

LATVIJAS SPORTA PEDAGOĢIJAS AKADĒMIJA



Zinta GALEJA

SPORTISTU KAKLA UN KRŪŠU DAĻAS SEGMENTU FUNKCIONĀLĀ STĀVOKĻA IZMAIŅAS REFLEKTORA KAIRINĀJUMA IETEKMĒ

Promocijas darba kopsavilkums

Pedagoģijas doktora grāda iegūšanai sporta zinātnes nozares
sporta teorijas un vēstures apakšnozarē



Promocijas darbs izstrādāts ar ESF atbalstu projektā “Atbalsts sporta
zinātnei”
Nr. 2009/0155/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/010 darbības programma
„Cilvēkresursi un nodarbinātība” 1.1.2.1.2. apakšaktivitāte „Atbalsts
doktora studiju programmu īstenošanai”

Rīga, 2015

Disertācija izstrādāta Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijā no 2011. līdz 2015.gadam.

Zinātniskais vadītājs:

Dr.biol.prof. **Alvis PAEGLĪTIS** (Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmija)

Promocijas padomes priekšsēdētājs:

Dr.paed., prof. Uldis GRĀVĪTIS

Promocijas padomes locekļi:

Dr.paed., prof., Agita ĀBELE

Dr.paed., prof. Leonīds ČUPRIKS

Dr.paed., asoc.prof. Andra FERNĀTE

Dr.paed., prof. Juris GRANTS

Ph.D., prof. Aija KĻAVIŅA

Dr.habil.paed., prof. Jānis LANKA

Dr.med., prof. Viesturs LĀRIŅŠ

Dr.med., prof. Inese PONTAGA

Dr.paed., prof. Andris RUDZĪTIS

Dr.paed., asoc.prof. Žermēna VAZNE.

Promocijas padomes zinātniskā sekretāre:

Dr.paed., doc.Irēna DRAVNIECE

Recenzenti:

1. Mati PĀĀSUKĒ, Ph.D., profesors (Tartu Universitāte)
2. Aivars KAUPUŽS, Dr. paed., docents (Rēzeknes Augstskola)
3. Jānis LANKA, Dr. habil.paed., profesors (LSPA)

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijā (Rīgā,

Brīvības gatvē 333) 30. jūnijā, plkst. 13:00, 205. telpā

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LSPA *mājaslapā* www.lspa.lv un bibliotēkā.

ISBN 978-9934-520-22-8

SATURS

PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS.....	4
1.KUSTĪBU UN NEIROMUSKULĀRĀ REGULĀCIJA KAKLA – KRŪŠU DAĻAS MUSKUĻOS UN LOCĪTAVĀS	8
2. PĒTĪJUMA METODOĻĢIJA, MATERIĀLI UN ORGANIZĒŠANA.....	11
3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	15
3.1.Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas ciklu raksturojošo parametru novērtējums.....	16
3.2.Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas ciklu raksturojošo parametru novērtējums pēc reflektora kairinājuma	18
3.3.Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas cikla raksturojošo parametru izmaiņas un relatīvo svērtu vērtību sadalījums pēc reflektora kairinājuma	19
3.4.Korelatīvās sakarības starp kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas cikla raksturojošajiem parametriem reflektora kairinājuma ietekmē.....	20
DISKUSIJA	22
SECINĀJUMI	34
IETEIKUMI	36
ZINĀTNISKO PUBLIKĀCIJU SARAKSTS	37
SARAKSTS PAR PIEDALĪŠANOS STARPTAUTISKĀS ZINĀTNISKĀS KONFERENCĒS	38
ZINTAS GALEJAS CURRICULUM VITAE (CV)	39

PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Sporta kinezioloģijā aprakstītā informācija un tās praktiskais lietojums sporta treniņu teorijā ir devis vērā ņemamu ieguldījumu sportistu augstu sasniegumu realizācijā. Augstas kvalifikācijas sportista fizisko spēju kapacitāte, uzlabojot organisma spēku, izturību, ātrumu, lokanību, ir sasniegusi tik augstu līmeni, ka sportiskā rezultāta uzlabošanai papildus jāmeklē vēl neizmantotas organisma spēju rezerves. Piemēram, literatūrā ir norādes, ka sportistu darbaspējas ir atkarīgas arī no elpošanas kustību stereotipa un darba spēju uzlabošanā ir svarīga šo elpošanas kustību stereotipu optimizācija. Autori norāda, ka elpošanas stereotipa traucējumi ir saistīti gan ar plaušu funkciju, gan ar krūšu kurvja somatisko sistēmu, gan ar psihoemocionālo stāvokli (*Smith, Rowley 2011*). Autori norāda arī to, ka šī elpošanas kustību stereotipa optimizēšana jāveic, kompleksi novēršot gan viscerālos, gan somatiskos, gan psihoemocionālos traucējumus (*Smith, Rowley, 2011*).

Ja līdz šim pētniecība ir attīstījies atsevišķos virzienos, piemēram, kā sporta fizioloģija, sporta biomehānika, sporta bioķīmija, sporta psiholoģija, tad mazāk pētīts ir šo atsevišķo pētniecības nozaru integrēšana sistēmā, analizējot sportistu kā vienotu veselumu, tas ir, holistiski.

Attīstoties pētniecības tehnoloģijām, strauji pilnveidojušās neirofizioloģijas (mikroelektrodu tehnikas, elektrocefalogrāfijas un elektromiogrāfijas (EMG) datorizētās metodes, protonu emisijas tomogrāfijas metodes), artrokinemātiskās kontroles (radioloģiskā izmeklēšana dinamikā), biomehānisko parametru (3D video attēlu analīzes), mīksto audu fizioloģisko parametru (ultrasonogrāfijas, magnētiskā rezonanse - MR) un bioķīmiskā sastāva spektrālanalīzes pētījumi (*Lee, Kelly, Steven, 1995; Benameur, Mignotte, Destrempe, De Guise, 2005*). Katrā no šiem pētniecības virzieniem, kas apskata atsevišķas orgānu sistēmas, ir iegūti „vērā ņemami” rezultāti, tomēr netiek ievērots organisma kā sistēmas pētniecības holistiskais princips.

Šādi organisma diferenciālie pētījumi varētu būt par cēloni tam, ka praktiskajā terapijā, kā arī treniņa procesa optimizēšanā tiek meklēti un lietoti atsevišķi šo pētījumu rezultāti. Piemēram, funkcionālie traucējumi muguras starpskriemeļu locītavā tiek meklēti, izmantojot rentgena, ultraskaņas metodi, artroskopiju, magnētiskās rezonanses metodi u.c., praktiski neinteresējoties par citām ar muguras skriemeļiem saistītām sistēmām un to funkcionālo stāvokli. Tai pat laikā, literatūras informācija apstiprina pamatnostādnes par organismu kā vienotu sistēmu, kurā tikai optimāla šīs sistēmas elementu darbība nodrošina tās pastāvēšanu, tāpēc nav svarīgi vērtēt noteiktu diagnozi vai sindromu, bet gan jāvērtē objektīvas fiziskās izmaiņas, domājot vairāk par pacientu kā

sistēmu, kurā jānovērš konkrētā simptomātika (Paris, 1997). Sistēmas optimālai darbībai vienlaicīgi jāsalāgo lokālie, reģionālie un centrālie regulācijas procesi, bet diemžēl šobrīd ir tikai diferenciāli pētījumi par katru reģionu atsevišķi. Piemēram, ir padziļināti pētījumi par kakla skriemeļu funkcionālā stāvokļu novirzēm un šī segmenta artrokinemātisko funkciju izmaiņām.

Tehnisku iespēju dēļ neurofizioloģijā tikai pēdējo 20 gadu laikā sāk pievērsties kustību vadīšanas neirālo „patternu” analīzei un to saistībai ar kustību realizācijas kvalitāti. Lielāko tiesu ir analizētas centrālās nervu sistēmas (CNS) struktūru patoloģisko darbības traucējumu (insultu, CNS traumu u.c.) ietekme uz kustību motoro kontroli, bet trūkst informācijas par kustību organizācijas „patternu” adaptācijas spējām, izmainoties organisma somatisko vai veģetatīvo struktūru stāvoklim. Eksperimentālajos pētījumos empīriski pielietojamā kinezioloģija ir noformulēta sakarība starp dažādu organisma struktūru funkcionālo izmaiņu ietekmi uz atbilstošu muskuļu neiromuskulāro regulāciju, kas izraisa izmaiņas kustību organizācijas patterns (Walther, 2000; Frost, 2002). Nevienā no šiem pētījumiem nav dots fizioloģisks skaidrojums funkcionāli vāja muskuļa ietekmei uz citām ar kustību organizāciju saistītām sistēmām. Iesaistoties sporta ārstiem un sporta fizioterapeitiem sportistu treniņu procesā, arvien biežāk kā funkcionālas diagnostikas metode tiek pielietoti pielietojamās kinezioloģijas testi. Empīriski konstatētie „funkcionāli vājie muskuļi” tiek uzskatīti par cēloni kādai konkrētai organisma disfunkcijai. Nav skaidrības par to, vai konkrētā muskuļa funkcionālā vājuma novēršana tieši ietekmēs konstatēto organisma disfunkciju vai organismā kopumā notiks adaptīvas izmaiņas, kas ietekmēs arī konkrēto disfunkciju. Šādu sakarību skaidrošana ļauj mērķtiecīgāk izmantot pielietojamās kinezioloģijas metodes sportistu organisma funkcionālo spēju uzlabošanai.

Viena pētniecības darba ietvaros nav iespējams iekļaut visu organismu regulējošo sistēmu integrālo analīzi, tāpēc darbā pētīta neiromuskulārās regulācijas ietekme uz balsta kustību sistēmas kakla plecu daļu, uz krūšu kurvja kustībām elpošanas ciklā un otrādi šo sistēmu saistība ar neiromuskulārās regulācijas izmaiņām.

Pētījuma objekts: sportistu kakla un krūšu daļas artrokinemātika un mīksto audu neiromuskulārā regulācija.

Pētījuma priekšmets: sportistu kakla un krūšu daļas artrokinemātikas saistība ar muskuļu neiromuskulāro regulāciju pēc reflektora kairinājuma.

Pētījuma subjekts: 18 – 25 gadus veci sportisti.

Pētījuma mērķis: saistību izvērtējums starp sportistu kakla un krūšu daļas artrokinemātiku un muskuļu neiromuskulāro regulāciju pēc

reflektora kairinājuma un ieteikumi pielietojamās kinezioloģijas un manuālās terapijas lietošanā.

Pētījuma hipotēze: pastāv saistība starp sportistu kakla un krūšu daļas artrokinemātiku un muskuļu neiromuskulāro regulāciju pēc reflektora kairinājuma, kas rada izmaiņas kakla daļas neiromuskulārās regulācijā, funkcionālajā stāvoklī un elpošanas ciklu raksturojošajos parametros.

Pētījuma uzdevumi.

1. Izveidot eksperimentālo grupu un novērtēt tās dalībnieku kakla daļas neiromuskulārās regulācijas traucējumus, funkcionālo stāvokli un elpošanas ciklu raksturojošos parametrus;

2. Pēc reflektora kairinājuma novērtēt kakla daļas neiromuskulārās regulācijas traucējumus, funkcionālo stāvokli un elpošanas ciklu raksturojošos parametrus;

3. Reflektora kairinājuma rezultātā radīto izmaiņu raksturojošo parametru svērto relatīvo vērtību novērtējums

4. Noskaidrot izmaiņu raksturu, t.i., kādas sakarības - funkcionālas vai reflektoriskas - pastāv starp kakla daļas funkcionālo stāvokli un elpošanas ciklu raksturojošajiem parametriem un izstrādāt ieteikumus pielietojamās kinezioloģijas un manuālās terapijas lietošanā.

Pētījuma metodes.

1. Literatūras analīze.
2. Fotogrammetrija.
3. Spirometrija .
4. Goniometrija.
5. Dinamometrija.
6. Pielietojamās kinezioloģijas testi.
7. Konstatējošais eksperiments
8. Matemātiskā statistika

Pētījuma metodoloģiskais pamatojums

- Atziņas par kakla un krūšu daļas anatomiju saistībā ar iesaistīto muskuļu inervāciju (*Cailet R., 1991 ;Olson T.R., 1996; Энока P. M., 1998; Van de Graff K.M., Fox S.I., 1998; Clemente C.D., 2007;*);

- Atziņas par pielietojamā kinezioloģijā formulētajiem neiromuskulārās regulācijas traucējumiem un to novērtēšanu (*Frost R., 2002; Ramšak I., Gerz W., 2005; Rosner A.L., Cuthbert S.C., 2010; Conable K.M., 2010; Rosner A.L., Cuthbert S.C., 2012;*);

- Atziņas par muskuļu kontrakcijas organizācijas principiem (*Гранит P., 1973; Lundy- Ekman L., 1998; Энока P. M., 1998;*);

- Atziņas par kustību organizāciju (*Bernstein N. A., 1967, Бернштейн H.A., 1990; Shumway-Cook A., Woollacott M., 1995; Rosenbauers D., 1991; Paeglītis A., Veseta U., 2005;*);

- Atziņas par elpošanas stereotipa disfunkcijām (*Shepard R.J., 1993; Левум К., Захсе И., Янда В.,1993; Иваничев Г.А.,1998; Chaitow L.,2004*);

- Atziņas par locītavu kustību neirālo kontroli (*Freeman M.A.R., Wyke B., 1967; Mclain, 1994; Hogervorst, Brand,1998; Tomita, Berger, 2006*).

Pētījuma zinātniskā novitāte

1. Pirmo reizi analizēts kustību organizācijas neirālās vadības traucējumu kvalitatīvais novērtējums saistībā ar somatiskās sistēmas raksturojošo parametru kvantitatīvajiem vērtējumiem.
2. Pirmo reizi tiek aprakstīta muskuļa toniskā kontrakcija kā neiromuskulārās regulācijas traucējumu diagnostikas kritērijs pielietojamās kinezioloģijas testos.
3. Pirmo reizi tiek aprakstīta organisma reakcija uz reflektoru kairinājumu gan neiromuskulārās regulācijas līmenī, gan somatisko sistēmu funkcionālo stāvokli raksturojošo parametru izmaiņu līmenī.
4. Darbā apstiprināts princips, ka mīksto audu manipulāciju ietekmē izmainītie muskuļu un locītavu funkcionālos stāvokļus raksturojošie parametri ir saistīti ar atsevišķu muskuļu neiromuskulārās regulācijas izmaiņām reflektorā līmenī, kur muskuļa motorās regulācijas patterna izmaiņas notiek smadzeņu zemgarozā.
5. Darbā pamatots, ka manipulācija kā locītavas neirāla kairinājuma metode iesaistītajos muskuļos rada reflektoras izmaiņas un priekšnoteikumus to efektīvai spēka un funkcionālā garuma koriģēšanai ar fizisku slodžu palīdzību.
6. Pirmo reizi teorētiski pamatots, ka muskuļa neiromuskulārās regulācijas optimizēšana ir cieši saistīta ar muskuļu motorā patterna izmaiņām, kas rada priekšnosacījumus kustību tehnikas efektivitātes uzlabošanai.

Pētījuma praktiskais pielietojums

1. Izveidota un aprobēta atsevišķu ribu pāru kustīguma un kustību asimetriju novērtēšanas metodika, lietojot fotogrammetrijas digitālā attēla datorizētu apstrādes metodi.
2. Ir dots teorētisks skaidrojums muskuļa motorās regulācijas traucējumu ietekmei uz kustību patterniem, kas iekļaujams sporta treneru, sporta ārstu un fizioterapeitu speciālajos studijuursos.
3. Doti ieteikumi pielietojamās kinezioloģijas un manuālās terapijas kombinēšanai ar fizisko īpašību attīstošiem līdzekļiem.

Aizstāvībai paredzētās tēzes

1. Reflektora kairinājuma ietekmē starp izmaiņām dažādās somatiskās sistēmas struktūrās nav pētāmo parametru pāru korelatīvo sakarību.
2. Reflektors kairinājums ietekmē gan centrāli, gan perifēri regulētos somatiskās sistēmas funkcionālo stāvokli raksturojošos parametrus

3. Reflektora kairinājuma ietekmē statistiski ticami izmainās galvas kakla kustību apjomi; galvas kakla muskuļu spēka realizācija maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā; plaušu vitālā kapacitāte; samazinās novirzes no normas attiecībā pret pareizo stājas modeli; kakla dziļo fleksoru muskuļu, m. *sternocleidomastoideus*, m. *scalenus* neiromuskulārā regulācija.

Darba teorētisko daļu veido ievads un zinātniskās informācijas avotu analīze. Promocijas darba ievadā tiek pamatota tēmas aktualitāte un norādīts pētījuma objekts, priekšmets, mērķis, hipotēze, uzdevumi un metodes. Ievada noslēgumā tiek norādīta pētījuma zinātniskā novitāte, teorētiskā un praktiskā nozīme, pētījuma metodoloģiskais pamatojums un aizstāvībai izvirzītās tēzes.

1. KUSTĪBU UN NEIROMUSKULĀRĀ REGULĀCIJA KAKLA – KRŪŠU DAĻAS MUSKUĻOS UN LOCĪTAVĀS

Promocijas darba pirmās nodaļas pirmajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par kakla daļas anatomiju. Šis ķermeņa segments ir viens no kustīgākajiem visā organismā (*Cailliet, 1991*). Ja nav saskaņota atsevišķu skriemeļu kustība ar muskuļiem, kas realizē gan šo kustību, gan neirālo regulāciju, kura var tikt traucēta gan muskuļu funkcionālā stāvokļa izmaiņu dēļ, gan kakla skriemeļu atipiskā novietojuma dēļ, kustības vai statiskie stāvokļi šajā segmentā var izsaukt dažādus funkcionālos traucējumus (*Jull, 2000; Falla, Bilenkij, Jull, 2004; Falla, Jull, Edwards, Koh, Rainoldi, 2004*). Tā kā darbā tiek analizētas sakarības starp kakla un krūšu daļas funkcionālo stāvokli, tad jāatzīmē, ka neviens no apskatītajiem kakla daļas nerviem neinervē krūšu daļas starpribu muskuļus, kas regulē ribu kustību elpošanas ciklā (*Eniņa et.al., 1987; Bērziņš, Dumbere, 2005*).

Literatūras apskata otrajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par elpošanas sistēmu, tās novērtēšanas metodēm. Apkopojot informāciju, var teikt, ka elpošanas sistēmas darbība ir integrāls process, kas satur daudzus mainīgus parametrus, kuru savstarpēji koordinētā darbība realizē plaušu ventilāciju un gāzu apmaiņu starp ārējo telpu un asinīm (*Scott, Fong, 2009; Mattson Porth, Matfin, 2009; Saladin, 2012; Rhoades, Bell, 2013*). Analizējot literatūru, konstatējams, ka elpošanas funkcijas izmaiņas, mainot tikai atsevišķus tās mehānismus, piemēram, elpošana tikai caur degunu vai tikai caur muti (*Brant, Parreira, Mancini, Becker, Reis, Britto, 2008*), forsēta elpošana vai arī ribu kustību traucējumi, ietekmē ne tikai pašu elpošanas sistēmu, bet arī citas

organisma sistēmas (Ucar, Ekizer, Uysalm, 2012). Vairāki autori pētījuši arī gāzu maiņas traucējumu ietekmi uz balsta kustību sistēmu, piemēram, plaušu hiperventilācijas ietekmi uz stāju un atsevišķi uz krūšu kurvja kustībām elpošanas ciklā (Sakellari, Bronstein, Corna, Hammon, Jones, Wolsley, 1997; Forbes, Kowalchuk, Thompson, Marsh, 2007). Sakellari V. ar līdzautoriem (1997) apskata hiperventilācijas ietekmi uz perifēro neirālo regulāciju. Pētījumā norādīts, ka šīs perifērās neirālās regulācijas izmaiņu ietekmē muskulī *sternocleidomastoideus* nav vērojamas elektromiogrāfiskās izmaiņas un ka hiperventilācija neietekmē vestibulo – okulāro refleksu, bet atstāj iespaidu uz ķermeņa šūpošanos. Autori secina, ka hiperventilācija var bremzēt līdzsvaru nodrošinošos mehānismus, tāpēc saskaņā ar šiem pētījuma rezultātiem var pieņemt, ka hiperventilācija neatstās iespaidu uz elpošanas palīgmuskulatūru. Savukārt S.C. Forbes un līdzautori (2007), pētot hiperventilācijas ietekmi uz fosfokreatīna aktivitāti un skābekļa transportu skeleta muskuļos, norāda, ka pie hiperventilācijas samazinās lokālā muskuļu oksigenācijas iespēja. Elpošanas sistēmas novērtēšanai kā pētniecības metodes apskatīti gan vienkārši funkcionālie testi (Grants, 1973; Ducker, Gabriel, Gordon, Sharman, 1985; Roberts, Larson, Liang, Harrison, Barefoot, Clarke, 1989; Piele, Laurent, Salmond, Best, Pyle, Molony, 1991; Taivans, 1997; Harris, Johansen, Pedersen, Kinney LaPier, 1997; Dalyan, Guner, Tuncer, Bilgic, Arasil, 1999; Heikkila, Viitanen, Kautiainen, Kauppi, 2000; Viitanen, Heikkila, Kokko, Kautiainen, 2000; Anderson, Baron, Van Der Heijde, Felson, 2001), gan mūsdienīgi 3D datorizēti elpošanas funkciju modeļi (Dansereau, Stokes, 1988; Closkey, Schultz, Luchies, 1992; Lee, Kelly, Steven, 1995; Benameur, Mignotte, Destrempe, De Guise, 2005). Šim pētījumam izraudzīts literatūrā aprakstītais optoelektroniskās pletismogrāfijas princips (Carnevali, Ferrigno, Pedotti, 1996), kas vislabāk atbilst pētījuma uzdevumiem, t.i., reģistrē ribu (3.4.5.) pāru kustīgumu un kustību asimetrijas.

Promocijas darba pirmās nodaļas trešajā apakšnodaļā ir analizēta literatūra par būtiskākajiem locītavu stabilizējošajiem faktoriem: muskuļu tonusa, muskuļu spēka un saistaudu funkcionālo stāvokli. Svarīgi atzīmēt, ka muskuļa tonusa veidošanos autori saista ar daudzu muskuļu kompleksu sadarbību kustību organizācijā (Cailliet, 1988; Cailliet, 1992(b); Васильева, 1999(b)). Šāda daudzu muskuļu sadarbība veido locītavu stabilizāciju. Ne mazāk svarīga pēdējo gadu literatūrā ir informācija par gludās muskulatūras šūnu izvietojumu saistaudu kolagēna šķiedru starpās tonusa (Meiss, 1993; Yahia, Pigeon, DesRosiers, 1993; Staubesand, Li, 1996; Simons, Mense, 1998; Barker, Briggs, 1999; Ahluwalis, 2001; Hastreiter, Ozuna, Spector, 2001). Tas dod jaunu skaidrojumu par saistaudu "tonusa" izmaiņu iespējamību.

Literatūras apskata ceturtajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par neirālās regulācijas mehānismiem. Analizētajā literatūrā autori norāda, ka CNS svarīga loma ir salāgot no ārpusaules ar maņu receptoriem saņemto informāciju ar organisma iekšējās struktūrās esošo receptoru informāciju, lai nodrošinātu cilvēka eksistenci mainīgos ārējos apstākļos (*Solms, Turnbull, 2002*). Būtiska vadoša loma šo uzdevumu veikšanai ir somatiskās un veģetatīvās nervus sistēmas ciešai sadarbībai (*Rogers, 2011*). Būtiski atzīmēt, ka šī ciešā sadarbība realizējas tieši CNS zemgarozas struktūru līmeņos. Šīs mijiedarbības kvalitāte nosaka arī ķermeņa kustību organizācijas un vadības kvalitāti neapzinātās stereotipās kustībās (*Lundy – Ekman, 1998; Solms, Turnbull, 2002*).

Piektajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par funkcionāli vāju muskuli jeb muskuli ar neiromuskulārās regulācijas traucējumiem. Šajā apakšnodaļā apkopota informācija par daudzu muskuļu sadarbību kustības organizācijā (*Васильева, 1999(a); Васильева, 1999(b)*), par stereotipas kustības realizāciju bezapziņas līmenī (*Solms, Turnbull, 2002; Paeglītis, Veseta, 2005*), par muskuļu ieslēgšanos kontrakcijā fāziskā vai toniskā režīmā (*Гранит, 1973*), par muskuļa kontrakcijas organizāciju pie dažādiem inervācijas režīmiem CNS (*Frost, 2002; Васильева, 1999(b)*). Balstoties uz analizēto informāciju ir izveidots priekšstats par funkcionāli vāju muskuli jeb muskuli ar neiromuskulārās regulācijas traucējumiem, kura diagnostiskā pazīme ir nomākts miotātiskais reflekss.

Promocijas darba pirmās nodaļas sestajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par kustību vadīšanu un motoro kontroli. Lai noskaidrotu kustību vadīšanas un motorās kontroles īpatnības, kuras var rasties saistībā ar neiromuskulāriem traucējumiem muskuļu kontrakciju patternos, kuri izpilda bezapziņas autonomu stereotipu kustību, mēs analizējam literatūrā pieejamo informāciju par šiem jautājumiem. No analizētās literatūras, redzams, ka kustību vadīšana un motorā kontrole jau vairāku gadsimtu garumā tiek risināta kā teorētiski jautājumi, veidojot zināšanu apjomam adekvātus procesu modeļu aprakstus (*Shumway – Cook, 1995*). Jāmin, ka līdz šim modeļa raksturojumos nav iekļauta indivīda kā sistēmas iekšējo procesu labilitāte, kas pēc neurofizioloģijas pēdējo gadu pētījumiem raksturojama kā nelineāra, nestabila, pašorganizējoša sistēma (*Rosenbauers, 1991; Siliņš, 2008*).

Literatūras apskata septītajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par kustību organizācijas CNS vadības līmeņiem. Šajā apakšnodaļā analizēta N.A. Bernšteina formulētā kustību organizācija un tās kontrole (*Bernstein, 1967; Бернштейн, 1990*). Autors kustību organizācijas modelī iedala piecus līmeņus: muguras smadzeņu līmenis, muguras smadzeņu augšējās daļās un smadzeņu stumbra līmenis, smadzeņu piramidālās daļas līmenis un kortikālās daļas līmeņi. Svarīgi

atzīmēt, ka šo analīzes metodi izmanto arī 21. gs. un ka stereotipās kustības, kā arī muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi ir savstarpēji saistīti bezapziņas subkortikālajos līmeņos, ko N.A. Bernšteins atzīmējis kā C līmeni.

Promocijas darba pirmās nodaļas astotajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par automātisko kustību stereotipa optimizēšanu. Šajā apakšnodaļā turpināta motorās kontroles un motoro iemaņu apmācības modeļu analīze. Jāatzīmē, ka lielākoties informācija ir par apzinātu kustību iemaņu apmācību modeļiem, bet ļoti maz par neapzinātu stereotipu kustību iemaņu izveidošanu un pārāpmācību. Pēdējos gadu desmitos kustību apmācībā izmanto metodikas, kas ietver gan neasociatīvās apmācības formas (pieradināšana un sajūtu attīstīšana), gan arī asociatīvās apmācības formas, kurās izmanto konkrētu priekšstatu veidošanos asociatīvajā apziņā. Lai noskaidrotu automātiska neoptimāla kustību stereotipa veidošanos un tā pārāpmācības iespējas, tika analizētas dažādas literatūrā aprakstītās motoro iemaņu apmācības metodes (*Schmidt, 1975; Schmidt, 1988; Winstein, 1991*). Klasiskajā asociatīvajā apmācībā pētījumu autori iesaka lietot pamatstimulu, tā iedarbību asociatīvi pastiprinot ar otru pastiprinošu stimulu. Piemēram, kustības vizuāla demonstrēšana un verbāla vai taktīla kustības apguves stimulācija no pedagoga puses. Papildus var būt instrumentāla apmācības metode, darbības vērtēšanā ņemot vērā informāciju par uzdevuma sekmīgu veikšanu konkrētā vidē. Vēl kā asociatīvas apmācības veidus var minēt proceduālo un deklaratīvo apmācības metodi (*Kupferman, 1991*). Motoro iemaņu apmācībā pazīstamas ir J. A. Adamsa slēgto cilpu teorija (*Adams, 1971*), R. A. Šmita shēmu teorija (*Schmidt, 1975*), P. M. Fita un M. I. Posnera motorās apmācības secība (*Fitts, Posner, 1967*), kā arī K. M. Ņuvella teorija par apmācību kā izpēti (*Newell, 1991*).

Literatūras apskata devītajā apakšnodaļā ir analizēta zinātniskā literatūra par Locītavu neiroloģiju. Apkopojot literatūru, kas apskatīta šajā apakšnodaļā, redzams, ka Eiropā izmanto klasisko Eiropas manuālo terapijas skolu metodiku, kuru neiroreflektorā iedarbība balstās uz pagājušā gadsimta vidū izveidoto locītavu somiņu nervu receptoru klasifikāciju (*Freemann, Wyke, 1967*). Šajā klasifikācijā iedala trīs tipu mehanoreceptorus un nociceptorus. Pēc šāda receptoru tipu iedalījuma, var spriest par to kādu tonisku vai fāzisku reakciju tie izraisīs apkārt esošajos muskuļos pie konkrētā receptora kairinājuma.

2. PĒTĪJUMA METODOLOĢIJA, MATERIĀLI UN ORGANIZĒŠANA

Zinātniskās literatūras analīze: promocijas darba teorētiskais pamatojums tika balstīts uz zinātniskās literatūras izpēti un analīzi. Izpētes procesā tika izmantoti 169 speciālās literatūras avoti, no kuriem

13 ir krievu valodā, 14 ir latviešu valodā un 142 ir angļu valodā. **Fotogrammetrijas metode:** Promocijas darbā fotogrammetrijas metode tika izmantota konkrētu anatomisko punktu koordinātu noteikšanai.

Fotogrammetrijas metode izmantota:

1.) Galvas, kakla un plecu joslas novietojuma novērtēšanai attiecībā pret pareizo stājas modeli statikā frontālajā un sagitālajā plaknē. Lai varētu veikt foto attēla uzņemšanu, vispirms veicām marķieru piestiprināšanu pārbaudāmajam subjektam atbilstoši anatomiskiem punktiem. Literatūrā autori formulē pareizu stājas modeli un norāda anatomiskos punktus, kuriem jāatrodas uz attiecīgajām horizontālajām un vertikālajām asīm (*Kendall 1994; Васильева 1996*)

Ribu (3.,4.,5.) pāra kustīguma novērtēšanai sagitālajā plaknē. Pirms fotografēšanas pārbaudāmajam subjektam uz atbilstošiem anatomiskajiem punktiem, t.i., uz 3., 4., 5. ribu pāra 7 cm attālumā no krūšu kaula viduslīnijas tika piestiprināti marķieri, lai nodrošinātu visoptimālāko iespēju ribu kustību noteikšanai. Pēc tam notika ķermeņa fotografēšana sagitālajā plaknē – pārbaudāmais subjekts atradās uz kušetes, guļus uz muguras, aiz diviem 90⁰ leņķī novietotiem lineāliem, kas nosaka analizējamo plakni Dekarta ortogonālajā koordinātu sistēmā. Horizontālās ass (X ass) stāvokli kontrolējām ar līmeņrāža palīdzību.

Spirometrijas metode tika izmantota palušu vitālās kapacitātes novērtēšanai. Plaušu vitālās kapacitātes pārbaude tika veikta ar spirometru „*Clement Clarke One Flow FVC (UK)*”. **Goniometrijas metode** tika izmantota, lai novērtētu galvas un kakla daļas kustību apjomus (galvas antefleksiju un retrofleksiju, galvas – kakla fleksiju un ekstenziju, rotāciju un laterofleksiju). Tika izmantoti standartizēti testi fiksējot pētāmo segmentu pēc vairāku autoru izstrādātām metodēm (*Hoppenfeld, 1976; Schneider, Tritschler & Dvorak, 1989; Левум, Захце & Янда, 1993;*). Mērīšanas testos tika lietots noteikts standartizēts galvas un kakla sākumstāvoklis – frontālajā plaknē līnija, kas savieno aizauss paugurus, veido 90 grādu leņķi ar ķermeņa centrālo asi, bet sagitālajā plaknē uz ķermeņa centrālās ass atrodas auss atvere un pleca viduslīnija, un trohanters (*Kendall, 1994; Васильева, 1996*). Kustību apjoma leņķiskai mērīšanai izmantojām kalibrētu svērteņtipa goniometru *Baselin AcuAngle Inclinometer (Japāna)*. **Dinamometrijas metode.** Tika pielietota, lai realizētu pētījuma uzdevumu - novērtēt kakla daļas muskuļu spēku realizāciju maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā – galvas kakla fleksoru, ekstenzoru muskuļiem un galvas kakla muskuļiem, kuri realizē laterofleksijas kustību. Tika izmantoti standartizēti testi fiksējot pētāmo segmentu pēc vairāku autoru izstrādātām metodēm (*Hoppenfeld, 1976; Schneider, Tritschler & Dvorak, 1989; Левум, Захце & Янда, 1993;*). Mērīšanas testos tika lietots noteikts standartizēts galvas un kakla sākumstāvoklis – frontālajā plaknē līnija, kas savieno

aizauss paugurus, veido 90 grādu leņķi ar ķermeņa centrālo asi, bet sagitālajā plaknē uz ķermeņa centrālās ass atrodas auss atvere un pleca viduslīnija, un trohanteris (Kendall, 1994; Васильева, 1996). Mērījumi tika veikti ar elektronisko dinamometru statistiskā spēka mērīšanai Lafayette Instrument (Model: 01165 Manual Muscle Tester). **Pielietojamās kinezioloģijas testi** - diagnostiskais tests ir manuāla muskuļu testēšana, kas ir zinātniski pamatota kvalitatīva muskuļu testēšanas metode (Ramšak, Gerz, 2005). Ar šīs metodes palīdzību tiek novērtēta muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāte. **Matemātiskās statistikas metodes** - iegūto datu apstrāde veikta ar "Microsoft Office Excel" programmu un "Microsoft Office Excel" pievienojumprogrammas "Statistika 3.1." un SPSS statistiskās analīzes programmatūru. Pirmajā posmā datu apstrādei izmantota aprakstošā statistika, lai varētu konstatēt, vai grupas mērījumu dati atbilst normālajam sadalījumam (būtiskuma līmenis $\alpha < 0.05$), uz tā pamata datu turpmākai apstrādei izvēloties pārējās matemātiskās statistikas metodes. Analizējot parametrus (maksimālais statistiskais spēks; kustību apjomi; galvas, kakla un plecu joslas novietojums vertikālā stāvoklī attiecībā pret pareizo stājas modeli statikā frontālajā un sagitālajā plaknē; ribu (3., 4., 5.) pāru kustīgums; plaušu vitālās kapacitātes rādītājs), iegūto kvantitatīvo datu apstrādei tika izmantots Studenta t- tests saistītām kopām (dati atbilst normālam sadalījumam). Rezultātu starpības būtiskuma līmenis (α) izvēlēts $\alpha \leq 0,05$. Analizējot parametrus (muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumus), iegūto kvalitatīvo datu apstrādei izmantots McNemar tests. Rezultātu starpības būtiskuma līmenis (α) izvēlēts $\alpha \leq 0,05$. Savstarpējai parametru (kvantitatīvie dati) pāru sakarības, ticamības, ciešuma un virziena noteikšanai izmantota Pīrsona lineāro pāru korelācijas matrica, būtiskuma līmenis (α) izvēlēts $\alpha \leq 0,05$.

Pētījuma materiāli un organizēšana

Pētījama eksperimentālās daļas realizācija notika 2 posmos, t.i., no 2011. gada septembra līdz 2013. gada decembrim.

Pirmais posms notika no 2011. gada septembra līdz 2012. gada novembrim. Šajā laikā tika uzsākti eksperimenti, kuros piedalījās 50 LSPA studentu (30 vīrieši un 20 sievietes) vecumā no 18 līdz 25 gadiem, kuri nodarbojas ar dažādiem sporta veidiem. Šiem dalībniekiem tika novērtēti galvas un kakla daļas kustību apjomi, kakla daļas muskuļu spēka realizācija statistiskas maksimālas kontrakcijas režīmā, kā arī kakla muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāte (ar un bez provokatīviem paņēmiem). Kā provokatīvi paņēmieni tika izmantoti: kakla starpskriemeļu nervu saknītes kompresija; kakla starpskriemeļu nervu

saknītes dekompresija; elpas aizture ieelpā; elpas aizture izelpā (*Ramšak, Gerz, 2005*)

Otrs posms norisinājās no 2012. gada decembra līdz 2013. gada decembrim. Šajā laikā notika eksperimentālās grupas vērtēšana. Eksperimentālajā grupā no novērtētajiem 50 dalībniekiem tika iekļauti 20 dalībnieki (vīrieši) ar kopīgo pazīmi - kakla dziļo fleksoru muskuļu funkcionālais vājums. Dalībniekiem tika novērtēti galvas un kakla daļas kustību apjomi; kakla daļas muskuļu spēka realizācija statiskas maksimālas kontrakcijas režīmā; kakla daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāte; galvas, kakla un plecu joslas funkcionālā stāvoklis statikā attiecībā pret pareizo stājas modeli frontālajā un sagitālajā plaknē; ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgums sagitālajā plaknē. Visas šīs iepriekš minētās darbības tika atkārtotas pirms un pēc reflektora kairinājuma (kā reflektors karinātājs tika izvēlēts mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācija. (*Jeeum et.al., 1993*).

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

Lai izveidoti eksperimentālo grupu tika novērtēti 50 LSPA studenti, kuri nodarbojās ar dažādiem sporta veidiem. Šiem studentiem novērtējām galvas un kakla daļas kustību apjomus, kakla daļas muskuļu spēka realizāciju statistiskas maksimālas kontrakcijas režīmā, kā arī kakla muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti (ar un bez provokatīviem paņēmieniem). Kā provokatīvi paņēmieni tika izmantoti: kakla starpskriemeļu nervu saknītes kompresija; kakla starpskriemeļu nervu saknītes dekompresija; elpas aizture ieelpā; elpas aizture izelpā (*Ramšak, Gerz, 2005*).

Visās pētīto muskuļu grupās: kakla dziļie fleksori, kakla esktenzori, kreisās un labās puses muskuļi - *scalenus, sternocleidomastoideus un trapezius* (augšējā daļa) - uzrādīja atšķirīgu muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti. Salīdzinot kakla daļas priekšējos un mugurējos muskuļus, redzams, ka neiromuskulārās regulācijas traucējumi daudz biežāk ir sastopami šīs ķermeņa daļas priekšējos muskuļos.

Izvērtējot rezultātus, redzams arī tas, ka pārbaudīto muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumu biežums ir atkarīgs no mehāniskajiem kairinājumiem. Visos gadījumos kakla daļas skriemeļu segmentu kompresija, kas iespaido starpskriemeļu locītavu deformācijas un tādējādi var izsaukt kairinājumu uz atbilstošajām nervu saknītēm, palielina arī pārbaudāmo muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumus. Turpretī šo skriemeļu segmentu dekompresijas rezultātā pētāmajos muskuļos neiromuskulārās regulācijas traucējumi samazinās.

Līdzīgi rezultāti tika iegūti, izsaucot arī skriemeļu kompresiju un dekompresiju ar ieelpas un izelpas palīdzību. Pēc informācijas literatūrā ir zināms, ka neiromuskulārās regulācijas traucējumu cēloņi nav tikai nervu saknīšu kompresija. Tas nozīmē, ka neiromuskulārās regulācijas traucējumu gadījumu skaitu un tā izmaiņas nedrīkst reducēt tikai ar mehānisku kompresijas – dekompresijas kairinājumu (*Ramšak, Gerz, 2005*).

Šajā pētījumā pārbaudītajiem muskuļiem sedācijas punkta karinājums visos gadījumos izsauc neiromuskulārās regulācijas traucējumu pieaugumu, kas visbūtiskāk izpaužas m. *sternocleidomastoideus* labajā un kreisajā ķermeņa pusē.

Kakla daļas funkcionālā stāvokļa novērtēšanai tika noteikts galvas antefleksijas, retrofleksijas un galvas un kakla fleksijas, ekstensijas, laterofleksijas un rotācijas kustību iespējamais apjoms ‘kustībā līdz galam’. Iegūtie rezultāti norāda, ka pētāmās grupas 50 dalībnieku kustību apjomi ir nedaudz mazāki vai atbilst literatūrā norādītajām kustību apjomu normām (*Schneider et.al.,1989; Schneider et.al.,1992;*

Левит et.al., 1993; Иваничев, 1998). Visbūtiskākās atšķirības no kustību apjoma normām - 90^0 , atklājās, analizējot iegūtos galvas kakla rotācijas kustības rezultātus pa labi (82 ± 1^0) un pa kreisi ($81 \pm 1,3^0$).

Vērtējot kakla daļas muskuļu spēka realizāciju maksimālā statiskā kontrakcijā galvas kakla fleksijas, ekstensijas, laterofleksijas "gala stāvokļos", atklājās, ka laterofleksijas mērījumu rezultāti pa labi un pa kreisi bija līdzvērtīgi, bet, novērtējot kakla fleksoru un ekstenzoru muskuļu spēku šo kustību "gala stāvokļos", redzams, ka kakla ekstenzori (pilnā galvas kakla ekstensijā) ir ievērojami spēcīgāki par galvas kakla fleksoriem (pilnā galvas kakla fleksijā). Šādai spēka asimetrijai literatūrā minēti vairāki cēloņi (elpošanas disfunkcijas, kakla daļas nestabilitāte, asimetriska kakla muskuļu trenētība u.c.) (Cagnie, Danneels, Cools, Dickx, Cambier, 2008). Apstrādājot pārbaudēs iegūtos rezultātus, ar matemātiskās statistikas metodēm konstatējām, ka šīs 50 dalībnieku grupas rezultāti ir izklaidēti, tāpēc turpmākiem mērījumiem pēc pielietojamās kinezioloģijas testos iegūtajiem rezultātiem eksperimentālajai grupai atlasījām 20 dalībniekus. Grupā tika iekļauti dalībnieki, kuriem konstatēti kakla dziļo fleksoru muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi, un tikai vīrieši, jo, novērtējot ribu (3.,4.,5.) pāra kustīgumu un kustību asimetriju, marķierus uz izvēlētajām ribām ir iespējams novietot precīzāk nekā sievietēm (attīstīti krūšu – piena dziedzeri ir anatomiski atdalīti no starpribu un krūšu muskulatūras un dziedzeru virsma neatspoguļo ribu kustības).

3.1. Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas ciklu raksturojošo parametru novērtējums

Viens no promocijas darba uzdevumiem bija novērtēt kakla daļas neiromuskulārās regulācijas traucējumus, funkcionālo stāvokli un elpošanas ciklu raksturojošos parametrus. Šos vērtējumus veicām izveidotajai eksperimentālajai grupai 20 vīriešu sastāvā ar kopīgo pazīmi kakla dziļo fleksoru muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi

Novērtējot kakla muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti no rezultātiem izriet, ka dalībniekiem, kam ir kopīga pazīme, t.i., kakla priekšējo dziļo fleksoru muskuļu funkcionālais vājums, ļoti bieži parādās neiromuskulārās regulācijas traucējumi arī m. *sternocleidomastoideus* (ķermeņa labajā pusē 70% un kreisajā pusē 60%) un m. *scalenus* (ķermeņa labajā pusē 50% un kreisajā pusē 45%).

Vērtējot galvas un kakla daļas kustību apjomus, atklājās, ka, kustību apjomi praktiski ir normas robežās, izņemot galvas - kakla rotāciju, kas attiecībā pret normu ir samazinājusies vidēji par 10^0 gan pa labi, gan pa kreisi. Asimetrijas nav.

Analizējot kakla daļas muskuļu spēka realizāciju maksimālā statistiskā kontrakcijā, konstatējām, ka galvas kakla fleksoru spēks ir 68 ± 6 N, bet galvas kakla ekstensoru muskuļu spēks ir 138 ± 12 N. Pēc šiem rezultātiem redzam, ka galvas kakla fleksoru muskuļu spēka realizācija ir divas reizes mazāka nekā galvas kakla ekstensoru muskuļu spēka realizācija. Analizējot rezultātus konstatējām ka galvas kakla laterofleksijas kustību apjomi ir asimetriski (pa labi $44 \pm 1,3^0$, pa kreisi $48 \pm 0,7$), taču spēka realizācija galvas kakla laterofleksijā pa labi un pa kreisi ir vienādi un statistiski ticami

Vērtējot galvas kakla un plecu joslas atipisko stāvokli attiecībā pret pareizo stājas modeli frontālajā plaknē, redzams, ka galvas laterofleksija vērojama 75% gadījumos un vidēji sastāda $1,8 \pm 0,5^0$. Plecu līmeņu asimetrija konstatēta 70% ar novirzi no horizontālā līmeņa $1,05 \pm 0,2^0$. Rezultāti uzrāda, ka lāpstiņu augšējo un apakšējo stūru līmeņi labajai un kreisajai lāpstiņai nav vienādi.

Apskatot galvas, kakla un plecu joslas novietojumu vertikālajā stāvoklī statiskā attiecībā pret stājas modeli sagitālajā plaknē, pētāmajā grupā konstatējām, ka 100% grupas dalībnieku galva atrodas $15,1 \pm 1,4^0$ retrofleksijā, tai pat laikā visiem pārbaudāmajiem konstatējām krūškurvja augšējās atveres atrašanos $19,85 \pm 1,2^0$ fleksijā.

Elpošanas cikla novērtēšanā tika noteikts ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgums un to savstarpējā asimetrija. Vērtējot ribu pāru kustības pa vertikāli un pa horizontāli sagitālajā plaknē, redzams, ka ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgums pa horizontālo asi (X ass) (3.labā riba $2,95 \pm 0,13$ cm; 3.kreisā riba $2,88 \pm 0,14$ cm; 4.labā riba $3,01 \pm 0,67$ cm; 4.kreisā riba $2,94 \pm 0,15$ cm; 5.labā riba $3,25 \pm 0,14$ cm; 5.kreisā riba $3,04 \pm 0,16$ cm;) ir ļoti līdzīgs un starp labo un kreiso ribu izteiktu kustību asimetriju neveido.

Kustības pa vertikālo asi (Y ass) ribu pāriem atšķiras (3.labā riba $1,83 \pm 0,07$ cm; 3.kreisā riba $1,80 \pm 0,06$ cm; 4.labā riba $2,15 \pm 0,07$ cm; 4.kreisā riba $2,29 \pm 0,08$ cm; 5.labā riba $2,44 \pm 0,09$ cm; 5.kreisā riba $2,54 \pm 0,09$ cm;), un mazākā kustību amplitūda ir 3. ribu pārim. Ceturtajam ribu pārim kustību apjoms pa Y asi ir lielāks, un vērojama statistiski ticama kustību asimetrija ($\alpha \leq 0,05$) (sk.10. pielikumā), t.i., kreisā 4. riba kustas ar lielāku apjomu nekā labā 4. riba. Piektais ribu pāris savukārt kustas ar lielāku kustību apjomu pa Y asi nekā ceturtais ribu pāris.

Apkopojot iegūtos rezultātus par plaušu vitālās kapacitātes stāvokli, redzams, ka grupas vidējais rādītājs ir $5,55 \pm 0,09$ litri, tas atbilst vidēji trenēta jauna vīrieša vitālajai kapacitātei.

3.2. Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas ciklu raksturojošo parametru novērtējums pēc reflektora kairinājuma

Novērtējot kakla daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumus pēc mugurkaula skriemeļu segmentu C0-C3 un C6 -Th3 manipulācijas, var secināt, ka pētāmajās muskuļu grupās neiromuskulārās regulācijas traucējumi ir krasi samazinājies. Vislielākās izmaiņas saistās ar kakla dziļajiem fleksoru muskuļiem, kur neiromuskulārās regulācijas traucējumi samazinājies par 90%. Arī m. *scalenus* un m. *sternocleidomastoideus* labajā un kreisajā pusē neiromuskulārās regulācijas traucējumi samazinājies par 35 -45%, un šīs izmaiņas ir statistiski ticamas ($\alpha \leq 0,05$). Kakla mugurējās daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi konstatēti atsevišķos gadījumos un to samazinājums pēc manipulācijām nav statistiski ticams.

Pārbaudot galvas un kakla kustību apjoma izmaiņas pēc mugurkaula skriemeļu C0 - C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām, konstatējām, ka visu pārbaudāmo galvas un kakla kustību apjomi palielinājušies. Manipulāciju kā reflektora kairinājuma ietekmē iegūti nelieli, bet statistiski ticami pētāmo kustību apjomu palielinājumi ($\alpha \leq 0,05$).

Mugurkaula skriemeļu C0 - C3 un C6 – Th3 segmentu manipulāciju ietekme uz kakla daļas muskuļu spēka realizāciju izpaužas kā statistiski ticams spēka pieaugums pārbaudītajos muskuļos. Taču jāatzīmē, ka starp galvas kakla fleksoriem un galvas- kakla ekstensoru muskuļiem saglabājies iepriekšējais maksimālo statisko spēku sadalījums. Arī galvas kakla labās puses un kreisās puses laterofleksoriem saglabājas iepriekšējais maksimālo statisko spēku sadalījums.

Analizējot galvas - kakla un plecu joslas novietojumu vertikālajā stāvoklī statikā attiecībā pret stājas modeli frontālajā plaknē pēc mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām, redzams, ka galvas latroflexijas stāvoklis izzudis 15% dalībnieku un galvas asimetriskais stāvoklis grupā samazinājies par $0,75^0$. Plecu asimetrija attiecībā pret horizontālo asi normalizējusies 15% dalībnieku un asimetrijas lielums grupā samazinājies par $0,2^0$. Lāpstiņu asimetriskais novietojums pēc manipulācijas nav normalizējies nevienam grupas dalībniekam, tai pat laikā vērojama lāpstiņas asimetriskā stāvokļa samazināšanās. Lāpstiņas augšējā stūra asimetrija grupā samazinājusies par $0,4^0$ un lāpstiņas apakšējā stūra asimetrija grupā samazinājusies par $0,25^0$, kas nav statistiski ticama.

Analizējot galvas kakla un plecu joslas novietojumu vertikālajā stāvoklī statikā attiecībā pret stājas modeli sagitālajā plaknē pēc mugurkaula skriemeļu segmentu C0 – C3 un C6 – Th3 manipulācijas, redzams, ka galvas novietojums arī pēc manipulācijas visiem grupas

dalībniekiem saglabājies retrofleksijā, taču samazinoties par $3,05^0$, kas ir statistiski ticami. Krūškurvja augšējās atveres novietojums, t.i., krūškurvja augšējās atveres fleksija grupā ir samazinājusies par $1,15^0$, kas ir statistiski ticama.

Vērtējot manipulācijas neiroreflektoro ietekmi, tika pārbaudīts, kā izvēlēto mugurkaula skriemeļu manipulācijas izmainīs atsevišķu ribu (3., 4., 5.) pāru kustīgumu un kustību asimetriju, kas atrodas attālināti no manipulējamajiem segmentiem. Jāatzīmē, ka manipulācija visos gadījumos izsauca ribu kustību apjomu pieaugumu pa X ass. Vislielāko manipulācijas efektu guvis ķermeņa kreisās puses trešais un ceturtais ribu pāris, par ko liecina 3. ribas kustīguma pieaugums par 0,63 cm un 4. ribai par 0,75cm pa X asi. Arī pa Y ass redzami rezultāti liecina, ka manipulācijas visās apskatītajās ribās ir devušas statistiski ticamu kustību apjoma pieaugumu. Vislielāko efektu no manipulācijām guvušas ķermeņa labās puses 4. un 5. riba, par ko liecina 4. ribas kustīguma pieaugums par 0,41 cm, bet 5. ribai par 0,35cm pa Y asi.

Analizējot ribu kustību asimetriju, t.i., attiecīgā ribu pāra labās un kreisās ribas kustību apjomu, redzams, ka pirms un arī pēc manipulācijām šīs konstatētās nelielās atšķirības nav statistiski ticamas.

Plaušu vitālās kapacitātes mērījumi pirms un pēc mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām uzrāda statistiski ticamu pieaugumu par 0,28 litriem.

3.3. Kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas cikla raksturojošo parametru izmaiņas un relatīvo svērto vērtību sadalījums pēc reflektora kairinājuma

Lai novērtētu reflektora kairinājuma ar mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulāciju ietekmi uz pētāmajiem parametriem attiecībā pret dotā parametra vidējo vērtību procentos, veikts šo parametru izmaiņu vērtējums, to nosaucot par relatīvo svērto vērtību. aprēķinot relatīvās svērtās vērtības vērtētajiem parametriem, ieguvām šādu relatīvo svērto vērtību sadalījumu:

Novērtēto kakla muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumu izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- kakla dziļie fleksori 90%,
- *m. sternocleidomastoideus* kreisajā pusē 45% un labajā pusē 40%,
- *m. scalenus* labajā pusē 40 %, kreisajā pusē 35%,
- *m. trapezius* (augšējā daļa) labajā un kreisajā pusē 5%,
- kakla ekstensoru muskuļi – bez izmaiņām 0 %.

Pārbaudīto galvas un galvas kakla kustību apjomu izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- galvas antefleksijas 23,5%,

- galvas kakla fleksijas 13,7%,
- galvas kakla laterofleksijas pa labi 13,7%,
- galvas retrofleksija 13,6%,
- galvas kakla ekstenzija 6,6%,
- galvas kakla laterofleksijas pa kreisi 5,8%,
- galvas kakla rotācija pa kreisi 5,8%,
- galvas kakla rotācija pa labi 3,6%.

Pārbaudīto muskuļu maksimālā statistikā spēka relatīvās svērtās vērtības dilstošās secībā:

- galvas kakla fleksoru muskuļiem 36,6%,
- galvas kakla latroflexoriem pa labi un pa kreisi 27,2%,
- galvas kakla ekstensoriem muskuļiem 25,1%,
- galvas anteflexoriem 23,3%.

Vērtējot galvas kakla un plecu joslas novietojumu vertikālā stāvoklī statikā attiecībā pret pareizo stājas modeli, frontālajā plaknē vērtēto parametru izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- galvas latroflexijas stāvoklis 71,4%,
- lāpstiņu augšējie stūri attiecībā pret horizontālo asi 32%,
- plecu asimetrija attiecībā pret horizontālo asi 23,5%,
- lāpstiņu apakšējie stūri attiecībā pret horizontālo asi 13,1%.

Sagitālajā plaknē vērtēto parametru izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- galvas antefleksijas stāvoklis – 25,3%,
- krūškurvja augšējās atveres fleksijas stāvoklis 6,1%.

Ribu pāru kustīguma izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā pa X un Y asi:

X ass	Y ass
• 4. kreisā riba - 20,3%	• 3. kreisā riba – 17,8%
• 3. kreisā riba – 17,9%	• 3. labā riba – 17,6%
• 3. labā riba – 17,2%	• 5. labā riba 16,7%
• 5. kreisā riba – 16,9%	• 4. labā riba - 16%
• 4. labā riba -16,2%	• 4. kreisā riba 13,3%
• 5. labā riba 13,1%	• 5. kreisā riba – 13%

3.4. Korelatīvās sakarības starp kakla daļas funkcionālā stāvokļa un elpošanas cikla raksturojošajiem parametriem reflektora kairinājuma ietekmē

Lai novērtētu sakarību ticamību un ciešumu, izmantota Pīrsona lineārās pāru korelācijas matrica. Tika apskatas korelatīvās sakarības:

- starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu pa X asi un kakla daļas kustību apjomiem; starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu uz Y ass un kakla daļas kustību apjomiem;
- starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu (uz X ass) un kakla daļas muskuļu spēka realizācijas rādītājiem;
- starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu (uz Y ass) un kakla daļas muskuļu spēka realizācijas rādītājiem;
- starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu (uz X ass) un spirometrijas rezultātiem;
- starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu (uz Y ass) un spirometrijas rezultātiem;

No pārbaudītajām 170 korelatīvajām pāru sakarībām Pīrsona lineārās pāru korelācijas koeficients 163 gadījumos nav statistiski ticams, kas norāda uz to, ka nav loģiski meklēt šāda veida sakarībām fizioloģisku skaidrojumu.

DISKUSIJA

Promocijas darbā izpētot un novērtējot sportistu kakla daļas un elpošanas ciklu raksturojošos parametrus mēs iegūvām rezultātus, kas raksturo sportistu kakla daļas neiromuskulārās regulācijas traucējumus, funkcionālo stāvokli un elpošanas cikla funkcionālo stāvokli. Šie rezultāti analizēti pa kvantitatīvu parametru grupām, kas kopumā raksturo kakla un krūšu daļu, bet, apskatot rezultātus, kas raksturo kakla daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti, kas ir kvalitatīvs lielums, uzmanība tika pievērsta pielietojamās kinezioloģijas testu rezultātiem, kas dod atbildi uz jautājumu: vai pārbaudāmais muskulis statiskas kontrakcijas laikā saglabā miotātiskā refleksa komponenti. Literatūrā ir norādes, ka muskuļa kontrakcijas regulāciju var nodrošināt smadzeņu garozas motorie centri, kad muskuļu kontrakcijā ir konstatējama fāziska darbība ar nomāktu miotātisko refleksu. Muskuļu kontrakcijas vadība iespējama arī no zemgarozas līmeņiem, kas nodrošina muskuļu darbību ar saglabātu tonisku reakciju, kas izpaužas kā miotātiskā refleksa klātbūtne. Šis otrais muskuļu vadības veids literatūrā tiek apskatīts kā kustību stereotipa darbība (*Paeglītis, Veseta, 2005*).

Vērtējot brīvi komplektētās grupas (50 dalībnieku) pētāmo muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti procentuāli, ir iegūti rezultāti, kas raksturo, cik daudzos gadījumos muskuļu kontrakcija atbilda vai neatbilda stereotipas kontrakcijas raksturojumam.

Visās pētīto muskuļu grupās: kakla dziļie fleksori, kakla esktensoori, kreisās un labās puses muskuļi: *scalenus, sternocleidomastoideus un trapezius* (augšējā daļa) uzrādīja atšķirīgu muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti. Salīdzinot kakla daļas priekšējos un mugurējos muskuļus, redzams, ka neiromuskulārās regulācijas traucējumi daudz biežāk ir sastopami šīs ķermeņa daļas priekšējos muskuļos. Ja šādu informāciju sasaista ar galvas - plecu joslas stāvokli statikā sagitālā plaknē, gan mūsu iegūtie rezultāti, gan literatūrā aprakstīto pētījumu rezultāti (*Watson, Trott, 1993; Jull et.al., 1999; Placzek et.al., 1999; Ucar et.al., 2012; Almeida et.al., 2013*) norāda uz palielinātu kakla krūšu daļas pārejas skriemeļu (C6 – Th3) atrašanos fleksijas stāvoklī un kompensētu kakla daļas skriemeļu (C3- C4) atrašanos ekstenzijas stāvoklī. Šāds skriemeļu stāvoklis ir iespējams, ja ilgstoši saglabājas kakla un kakla krūšu daļas muskuļu paaugstināts tonuss (*Freemann, Wyke, 1967*). Acīmredzot šāds stāvoklis muskuļos var izsaukt neiromuskulārās regulācijas traucējumus.

Iegūtie rezultāti liecina, ka pārbaudīto muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi ir atkarīgi arī no mehāniskiem kairinājumiem. Visos gadījumos kakla daļas skriemeļu segmentu kompresija, kas iespaido starpskriemeļu deformācijas un tādējādi var izsaukt kairinājumu

uz atbilstošajām nervu saknītēm, palielina arī pārbaudāmo muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumus. Turpretī šo skriemeļu segmentu dekompresija samazina neiromuskulārās regulācijas traucējumus pētāmajos muskuļos. Šie rezultāti atbilst literatūrā minētajiem neiromuskulārās regulācijas traucējumu cēloņiem, kur norādīts, ka muskuļu funkcionālais vājums var tikt saistīts arī ar nervu saknīšu kairinājumu (Cuthbert, Rosner, 2010; Conable, 2010; Rosner, Cuthbert, 2012). Līdzīgi rezultāti iegūti arī šajā pētījumā, izsaucot skriemeļu kompresiju un dekompresiju ar ieelpas un izelpas palīdzību. No informācijas literatūrā zināms, ka ieelpas un izelpas fāzēs mainās posturālo muskuļu tonuss (De Troyer, Kirkwood, Wilson, 2005; Cagnie et al., 2008; Shomacher, Falla, 2013;), līdz ar to arī skriemeļu segmentu nospriegojums. Promocijas darbā iegūtie rezultāti saskan ar šo informāciju literatūrā, jo pētījuma gaitā tika novērots, ka ieelpas izelpas fāzēs pētāmajos muskuļos mainās neiromuskulārās regulācijas traucējumu gadījumu skaits. Šeit jāņem vērā iesaistīto muskuļu pietiprinājuma vietas un tonusa maiņa ieelpas – izelpas laikā. Interesi pievērš m. *scalenus* ķermeņa labās un kreisas puses neiromuskulārās regulācijas traucējumu atšķirības. Šīs atšķirības varētu saistīt, pirmkārt, ar to, ka m. *scalenus* ir tiešs elpošanas palīgmuskulis un piedalās elpošanas ciklā, otrkārt, ir norādes literatūrā, ka pleiru kustīgumu ierobežojumi biežāk sastopami ķermeņa kreisajā pusē nekā labajā (Murray et al., 2012).

Jāatzīmē, ka ieelpas – izelpas izsauktās muskuļa tonusa izmaiņas regulējas nevis perifērās nervu sistēmas reflektorajā līmenī, bet saskaņā ar CNS zemgarozas struktūrām, kur izmaiņas saistās arī ar veģetatīvās nervu sistēmas aktivitātes maiņu. Tas nozīmē, ka šīs sakarības nevar interpretēt kā divu faktoru korelatīvu saistību.

Pielietojamās kinezioloģijas literatūrā norādīts, ja normālas neiromuskulārās regulācijas muskulim kairina atbilstošu sedācijas punktu (Ramšak, Gerz, 2005; Frost, 2002), tas kļūs funkcionāli vājš, bet, ja sedācijas punkta karinājums neizsauc neiromuskulārās regulācijas traucējumus, tad vērojami jau muskuļa specifiskie neiromuskulārās regulācijas traucējumi, kas saistīti ar organisma integrālās regulācijas traucējumiem (Ramšak, Gerz, 2005, Frost, 2002). Promocijas darba pētījumā pārbaudītajiem muskuļiem sedācijas punkta karinājums visos gadījumos izsaucis neiromuskulārās regulācijas traucējumu pieaugumu, kas visbūtiskāk izpaužas ķermeņa labās un kreisās puses m. *sternocleidomastoideus*, kas varētu būt saistīts ar to, ka šī muskuļa motorā inervācija nāk no *n. accessory*.

Lai noteiktu kakla daļas funkcionālo stāvokli, tika vērtēti galvas antefleksijas, retrofleksijas un galvas un kakla fleksijas, ekstenzijas,

laterofleksijas un rotācijas kustību iespējamie apjomi “kustībā līdz galam”.

Šie kustību apjomi ir atkarīgi arī no iesaistīto muskuļu funkcionālā stāvokļa (*Kumar et.al.*, 2007). Iegūtie rezultāti norāda, ka kustību apjomi pētāmajā brīvi komplektētajā 50 dalībnieku grupā ir nedaudz mazāki vai atbilst literatūrā norādītajām kustību apjomu normām (*Schneider et.al.*, 1989; *Schneider et.al.*, 1992; *Левум et.al.*, 1993; *Иваничев*, 1998). Visbūtiskākās atšķirības no literatūrā norādītajām kustību apjoma normām - 90^0 , uzrāda galvas kakla rotācijas kustību rezultāti pa labi (82 ± 1^0) un pa kreisi ($81 \pm 1,3^0$). No dinamiskās anatomijas zināms, ka viens no svarīgākajiem galvas kakla rotācijas kustības muskuļiem ir *m. sternocleidomastoideus*, kuram arī promocijas darba veiktajos pielietojamās kinezioloģijas testos visbiežāk vērojami neiromuskulārās regulācijas traucējumi, t.i., labās puses muskulim 54% un kreisās puses muskulim 40% gadījumu.

Lai novērtētu kakla daļas funkcionālo stāvokli, noteikta arī šo muskuļu spēka realizācija maksimālas statistiskas kontrakcijas režīmā. Spēka realizācija tika mērīta galvas antefleksijas un galvas kakla fleksijas, ekstensijas, laterofleksijas “gala stāvokļos”.

Pētāmajā 50 dalībnieku grupā laterofleksijas mērījumu rezultāti pa labi un pa kreisi bija līdzvērtīgi, bet, novērtējot galvas kakla fleksoru un ekstensoru muskuļu spēku šo kustību “gala stāvokļos”, redzams, ka galvas kakla ekstensori (pilnā galvas kakla ekstensijā) ir ievērojami spēcīgāki par galvas kakla fleksorim (pilnā galvas kakla fleksijā). Literatūrā ir norādes, ka samazināts galvas kakla fleksoru muskuļu spēks izraisa galvas kakla atipisku novietojumu sagitālajā plaknē attiecībā pret vertikālo asi. Visbiežāk literatūrā runā par galvas kakla fleksoru neadekvātu ieslēgšanos kustību realizācijā, norādot uz kakla daļas priekšējo dziļo muskuļu vājumu un vienlaicīgu *m. sternocleidomastoideus* pārslodzi (*Frost*, 2002).

Novērtējot 50 dalībnieku pārbaužu rezultātus, tika izveidota eksperimentālā grupa 20 vīriešu sastāvā ar kopēju pazīmi, t.i., kakla dziļo fleksoru muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi. Šajā grupā bez kakla dziļo fleksoru neiromuskulārās regulācijas traucējumiem tika novēroti neiromuskulārās regulācijas traucējumi arī citos pētāmajos muskuļos. Kā būtiskākos neiromuskulārās regulācijas traucējumus jāatzīmē *m. sternocleidomastoideus* gan ķermeņa labajā pusē 70% gadījumu, gan ķermeņa kreisajā pusē 60% gadījumu, kā arī *m. scalenus* gan ķermeņa labajā pusē 50% gadījumu, gan ķermeņa kreisajā pusē 45% gadījumu. Turpretī kakla un kakla krūšu daļas mugurējos muskuļos - kakla ekstensoru muskuļos, *m. trapezius* (augšējā daļa) neiromuskulārās regulācijas traucējumi tika konstatēti tikai atsevišķos gadījumos.

No rezultātiem izriet, ka eksperimentālās grupas dalībniekiem ar kopējo pazīmi – kakla priekšējo dziļo fleksoru muskuļu funkcionālais vājums, raksturīgi ļoti bieži neiromuskulārās regulācijas traucējumi arī *m. sternocleidomastoideus* un *m. scalenus*.

Literatūrā ir informācija: ja elpošanas funkciju cilvēki izpilda ierastā veidā, bet maina elpošanas tipu, piemēram, mutes elpošanas pret deguna elpošanu, tad būtiski palielinās elektromiogrāfiskā aktivitāte *m. sternocleidomastoideus* un *m. scalenii* (*Ribeiro et.al.*, 2002).

Jāņem vērā, ka ilgstošā palielinātā elektriskā aktivitātē no neiromuskulārās regulācijas viedokļa muskuļi var kļūt funkcionāli vāji (*Walther*, 2000; *Frost*, 2002), tad varētu domāt, ka minēto muskuļu funkcionālo vājumu var izsaukt ribu kustību traucējumi elpošanas ciklā. Šāds pieņēmums prasa padziļinātu ribu kustīguma izmaiņu ietekmes novērtēšanu uz kakla un kakla krūšu daļas priekšējo muskuļu funkcionālo stāvokli.

Kā jau iepriekš norādīts, šāda sakarība jāskata kā multifaktorāla, ņemot vērā to, ka regulējošie mehānismi ir CNS struktūrās, kas realizē izmaiņas kā kompleksa kairinājuma kopuma ietekmi.

Vērtējot eksperimentālās grupas dalībnieku galvas un galvas kakla daļas kustību apjomus, līdzīgi kā 50 dalībnieku grupā, arī šajā grupā dalībnieku kustību apjomi praktiski bija normas robežās, izņemot galvas kakla rotāciju attiecībā pret normu, kas samazinājusies vidēji par 10⁰ gan pa labi, gan pa kreisi un šo kustību apjoms neuzrāda asimetriju. Tāpat kā iepriekš ir saistāmi ar kakla daļas priekšējo muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumiem. Jāatzīmē, ka šajā grupā vērojamas statistiski ticamas kustību apjomu atšķirības laterofleksijā pa labi un pa kreisi. Šī atšķirība ir konstatēta 4⁰ apjomā, pie tam lielāks kustību ierobežojums ir laterofleksijā pa labi, tas savukārt var būt saistīts arī ar *m. scalenus* funkcionālā garuma ierobežojumiem.

Vērtējot kakla daļas muskuļu spēka realizāciju maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā, tāpat kā 50 dalībnieku paraugkopai, arī eksperimentālajā grupā vērojams, ka galvas kakla fleksoru spēks ir divas reizes mazāks nekā galvas kakla ekstensoru muskuļu spēks. Arī šajā gadījumā kā skaidrojumu var minēt literatūrā minēto kakla priekšējo dziļo muskuļu vājumu, kuru novēro cilvēkiem ar atipisku galvas kakla un plecu daļas novietojumu sagitālajā plaknē attiecībā pret vertikālo asi (*Watson, Trott*, 1993; *Jull et.al.*, 1999; *Placzek et.al.*, 1999).

Šī kakla daļas priekšējo muskuļu samazinātā spēka vērtība saistās arī ar eksperimentālās grupas kopējo pazīmi, t.i., visiem grupas dalībniekiem kakla dziļie fleksoru muskuļi ir funkcionāli vāji.

Jāatzīmē, ka, neskatoties uz laterofleksijas kustības asimetrisko ierobežojumu, spēks galvas kakla laterofleksijā pa labi un pa kreisi uzrāda statistiski ticami vienādu rezultātu.

Galvas - kakla un plecu joslas funkcionālā stāvokļa raksturošanai un atbilstošo muskuļu funkcionālā stāvokļa izmaiņu pamatojumam šī josla vērtēta ķermeņa vertikālajā stāvoklī statikā attiecībā pret pareizā stājas modeļa parametriem frontālajā un sagitālajā plaknēs.

Novērtējot galvas - kakla un plecu joslas atipisko stāvokli attiecībā pret pareizo stājas modeli frontālajā plaknē, redzams, ka galvas laterofleksija vērojama 75% gadījumu un vidēji sastāda $1,8 \pm 0,5^0$. Plecu līmeņu asimetrija konstatēta 70%, novirze no horizontālā līmeņa $1,05 \pm 0,2^0$. No šiem rezultātiem izriet, ka galvas asimetrija attiecībā pret plecu līmeni varētu būt saistīta ar galvas, galva kakla daļas izliekumu frontālajā plaknē, kas savukārt var būt kā rezultāts kakla labās puses un kreisās puses muskuļu nelīdzsvarotam nosprieģojumam. No rezultātiem var konstatēt, ka labās un kreisās lāpstiņas augšējo un apakšējo stūru līmeņi nav vienādi. Šāda lāpstiņu novietojuma asimetrija var rasties, ja viena no lāpstiņām ir rotēta. No darbā pētāmajiem muskuļiem to var ietekmēt *m. trapezius* augšējās daļas tonuss.

Apskatot galvas, kakla un plecu joslas novietojumu vertikālā stāvoklī statikā attiecībā pret stājas modeli sagitālajā plaknē, tika vērtēts galvas stāvoklis antifleksijā vai retrofleksijā. Eksperimentālajā grupā konstatēts, ka 100% grupas dalībnieku galva atrodas $15,1 \pm 1,4^0$ retrofleksijā. Tai pat laikā visiem pārbaudāmajiem konstatēta krūškurvja augšējās atveres atrašanās $19,85 \pm 1,2^0$ fleksijā. Šāds galvas, kakla un plecu joslas stāvoklis iespējams, ja ir vāji kakla daļas priekšējie dziļie muskuļi un hipertonzēti *m. sternocleidomastoideus* un *m. scalenus*, un vāji mugurējie plecu krūšu daļas muskuļi. Šādu informāciju par stājas asimetrijām dod literatūras avoti (Watson, Trott, 1993; Jull et.al., 1999; Placzek et.al., 1999; Almeida et.al., 2013).

Eksperimentālajā grupā tika vērtēts ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgums un to savstarpējās asimetrijas. Literatūrā ir aprakstīti atsevišķu ribu kustīguma asimetriju cēloņi:

- ribu kustību selektīvos ierobeģojumus var izsaukt mugurkaula krūšu daļas skriemeļu funkcionālā novietojuma izmaiņas un otrādi (Иваничев, 1998);
- ribu skriemeļu locītavu kustību ierobeģojumi un ribu krūšu kaula locītavu ierobeģojumi (Иваничев, 1998);
- elpošanas muskuļu un elpošanas palīģmuskuļu tonusa izmaiņas un funkcionālā garuma ierobeģojumi (Ratnovsky, Zaretsky, Shiner, Elad, 2003);
- lokāli slīdamības ierobeģojumi starp plaušu aptverošās plēves un krūškurvja iekšējo virsmu pārklāģošo plēvi. Šādi plēvju savstarpēģi lokālie slīdamības traucēģjumi var veidoties iekaisuma ietekmē gan plaušu daivās, gan bronhos un pat augšēģjos elpceģļos (Murray et.al., 2012).

Vērtējot ribu pāru kustības pa vertikāli un pa horizontāli sagitālajā plaknē, redzams, ka ribu (3.,4.,5.) pāru kustības pa horizontālo asi (X ass) ir ļoti līdzīgas un neveido izteiktu kustību asimetriju starp labo un kreiso ribu.

Kustības pa vertikālo asi (Y ass) ribu pāriem atšķiras un mazākā kustību amplitūda ir 3. ribu pārim. Ceturtajam ribu pārim kustību apjoms pa Y asi ir lielāks un vērojama statistiski ticama ($\alpha \leq 0,05$) (sk. 9. pielikumu).

Kustība asimetrija – ķermeņa kreisās puses 4. riba kustas ar lielāku apjomu nekā labās puses 4. riba. Piektais ribu pāris savukārt kustas ar lielāku kustību apjomu pa Y asi nekā ceturtais ribu pāris.

Šajā pētījumā pārbaudīta mehāniskās un neiroreflektorās iedarbības ietekme uz kakla un krūšu daļas funkcionālā stāvokļa raksturojošajiem parametriem.

Ir pētnieki, kas literatūrā publicējuši informāciju par organisma sistēmu funkcionālo stāvokļu sakarībām, pievēršot uzmanību organismam kā vienotam veselumam, kura atsevišķo sistēmu parametru izmaiņas ir saistītas ar visu pārējo sistēmu parametru adaptēšanos pārmaiņām (Frost, 2002). No tā izriet, ka sakarības nevar vērtēt ar Pīrsona pāru korelācijas koeficientu.

Lai gan lielākoties literatūrā apskatīta neirālās regulācijas ietekme uz orgānu funkcionālo stāvokli, ir arī literatūras avoti, kas analizē neiroflektoro ietekmi uz organisma sistēmu funkcionālo stāvokli (Walther, 2000; Frost, 2002).

Promocijas darbā ar izvēlēto manipulācijas tehniku tika vērtētas neiroreflektorās iedarbības gan uz manipulējamo segmentu saistītajām struktūrām, nosakot kakla un kakla krūšu daļas segmentu kustību apjomu, muskuļu spēku un to neiromuskulārās regulācijas traucējumu biežumu, gan neiroreflektorās regulācijas izmaiņas no manipulējamo segmentu attālinātās struktūrās, t.i., reflektori izsuktās ribu (3.,4.,5.) pāru kustīguma izmaiņas.

Vērtējot kakla daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumus pēc manuālās mugurkaula skriemeļu segmentu C0-C3 un C6-Th3 manipulācijas, var secināt, ka neiromuskulārās regulācijas traucējumi pētāmajās muskuļu grupās ir krasi samazinājies. Vislielākās izmaiņas ir saistītas ar kakla dziļajiem fleksoru muskuļiem, kur neiromuskulārās regulācijas traucējumi samazinājies par 90%. Arī ķermeņa labās un kreisās puses *m. scalenus* un *m. sternocleidomastoideus* neiromuskulārās regulācijas traucējumi samazinājies par 35 -45% un šīs izmaiņas ir statistiski ticamas ($\alpha \leq 0,05$) (sk. 13. pielikumu)

Kakla mugurējās daļas muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi vērojami atsevišķos gadījumos un to biežuma samazinājums pēc manipulāciju lietojuma nav statistiski ticams. Var uzskatīt, ka kakla

un kakla krūšu daļas skriemeļu segmentu manipulācijas, šo segmentu locītavu somiņās izraisot neirālu kairinājumu, reflektori statistiski ticami ietekmējušas kakla priekšējo muskuļu neiromuskulārās regulācijas efektivitāti. Tātad manipulācijas uz skriemeļu segmentiem kā neiroreflektoras terapijas līdzeklis pozitīvi ietekmē pētāmo muskuļu neiromuskulārās regulācijas kvalitāti, tāpēc, lai samazinātu kakla daļas muskuļu funkcionālo vājumu, šāda metode būtu lietojama sportistiem.

Pārbaudot galvas un galvas kakla kustību apjoma izmaiņas pēc mugurkaula skriemeļu C0 - C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām, redzams, ka šīs manipulācijas neiroreflektori iedarbojušās uz kustībās iesaistītajiem muskuļiem, par ko liecina palielinātie kustību apjomi pārbaudāmajos segmentos. Šie rezultāti apstiprina literatūrā aprakstīto locītavas manipulācijas neiroreflektoro ietekmi uz apkārtējo muskuļu tonusu (*Freeman, Wyke, 1967*). Manipulāciju ietekmē iegūti nelieli, bet statistiski ticami pētāmo kustību apjomu palielinājumi. Tas norāda, ka kustību apjoma palielināšanai sportistu rehabilitācijā ir jāizmanto citas terapijas metodes.

Mugurkaula skriemeļu segmentu C0 - C3 un C6 – Th3 manipulāciju ietekme uz kakla daļas muskuļu spēku realizāciju maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā izpaužas kā statistiski ticams spēka pieaugums pārbaudītajos muskuļos. Jāatzīmē, ka starp galvas kakla fleksoriem un galvas kakla ekstenzoru muskuļiem spēku realizācija maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā sadalījums saglabājies iepriekšējais, galvas kakla fleksori vājāki nekā galvas kakla ekstenzoru muskuļi. Tāpat galvas kakla labās puses un kreisās puses laterofleksoriem saglabājas iepriekšējais maksimālo statisko spēku sadalījums. Tas norāda, ka manipulācijas neiroreflektorā ietekme uzlabo muskuļa funkcionālo stāvokli, bet nekorīgē muskuļu agonistu – antogonistu spēku attiecības. Līdz ar to sportistiem kustību stabilitātes uzlabošanai pētāmajā kustību segmentā bez manipulācijas korekcijas, ko plaši lieto kā terapijas metodi iesaistīto muskuļu funkcionālā stāvokļa normalizēšanai, būtu jāveic arī attiecīgo muskuļu spēka īpašību adekvāta attīstīšana.

Analizējot galvas kakla un plecu joslas novietojumu vertikālajā stāvoklī statiskā attiecībā pret stājas modeli frontālajā plaknē pēc mugurkaula skriemeļu segmentu C0 – C3 un C6 – Th3 manipulācijas, redzams, ka atsevišķos ķermeņa augšdaļas segmentos ir vērojams statistiski ticams uzlabojums.

Frontālajā plaknē galvas latroflexijas stāvoklis izzudis 15% dalībnieku un galvas asimetriskais stāvoklis grupā samazinājies par $0,75^{\circ}$. Plecu asimetrija attiecībā pret horizontālo asi normalizējusies 15% dalībnieku un asimetrijas lielums grupā samazinājies par $0,2^{\circ}$.

Lāpstiņu asimetriskais novietojums pēc mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijas nav normalizējies nevienam

grupas dalībniekam, tai pat laikā vērojama lāpstiņas asimetriskā stāvokļa samazināšanās. Lāpstiņas augšējā mediālā stūra asimetrija grupā samazinājusies par $0,4^0$ un lāpstiņas apakšējā stūra asimetrija grupā samazinājusies par $0,25^0$, kas nav statistiski ticamas. No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka lietoto manipulāciju neirālā ietekme tieši neiespaido lāpstiņu fiksējošos muskuļus.

Analizējot galvas kakla un plecu joslas novietojumu vertikālā stāvoklī statikā attiecībā pret stājas modeli sagitālajā plaknē pēc mugurkaula skriemeļu segmentu C0 – C3 un C6 – Th3 manipulācijas, redzams, ka visiem grupas dalībniekiem galvas novietojums arī pēc manipulācijas saglabāties retrofleksijā. Manipulāciju ietekmē šī galvas retrofleksija ir samazinājusies par $3,05^0$, kas ir statistiski ticama.

Vērtējot mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulāciju ietekmi uz krūškurvja augšējās atveres novietojumu, redzams, ka tā nevienam grupas dalībniekam nav normalizējusies, bet krūškurvja augšējās atveres fleksija grupā ir samazinājusies par $1,15^0$, kas ir statistiski ticama. Arī stājas korekciju gan frontālajā, gan sagitālajā plaknē galvas kakla plecu joslā nevar pilnvērtīgi panākt ar manipulācijas izsauktām neirālās regulācijas ietekmēm un neiromuskulārās regulācijas traucējumu samazināšanu. Apskatītajos gadījumos manipulācija kā locītavas neirāla kairinājuma metode izraisa reflektoras izmaiņas iesaistītajos muskuļos un rada priekšnoteikumus to efektīvai spēka un funkcionālā garuma korigēšanai ar fizisku slodžu palīdzību.

Vērtējot manipulācijas neiroreflektoro ietekmi, tika pārbaudīts, kā izvēlēto mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijas varētu mainīt atsevišķu ribu (3., 4., 5.) pāru kustīgumu un kustību asimetriju, kas pēc neirālās regulācijas no manipulējamajiem segmentiem atrodas attālināti. Jāatzīmē, ka manipulācijas visos gadījumos pa X asi izsauca ribu kustību apjomu pieaugumu. No pārbaudītajām ribām vislielāko efektu no manipulācijas ieguvusi ķermeņa kreisās puses trešā un ceturtnā riba, par ko liecina kustību apjoma pieaugums 3. ribai par 0,63 cm un 4. ribai par 0,75cm uz X asi.

Pēc mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām kustību apjoma pieaugums vērojams visām pārbaudītajām ribām arī pa Y asi. Vislielāko efektu ieguvusi ķermeņa labās puses 4. un 5. riba, par ko liecina kustīguma pieaugums 4. ribai par 0,41 cm un 5. ribai par 0,35cm uz Y asi.

Ja analizē ribu kustību asimetriju, t. i., attiecīgā ribu pāra labās un kreisās ribas kustību apjomu, tad redzams, ka šīs konstatētās nelielās atšķirības gan pirms, gan pēc manipulācijām nav statistiski ticamas. Tātad pēc rezultātiem redzams, ka mugurkaula skriemeļu segmentu C0 – C3 un C6 – Th3 manipulācijas reflektori ietekmē ribu kustību apjomu gan horizontālajā, gan vertikālajā virzienā sagitālajā plaknē, bet neizmaina

ribu pāra kustību asimetriju. Līdz ar to mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijas var tikt izmantotas kā reflektors terapijas paņēmieni krūškurvja kustīguma palielināšanai, bet konkrēta ribu pāra kustību asimetrija būtu jānovērš, likvidējot attiecīgās ribas kustību ierobežojošo faktoru.

Plaušu vitālās kapacitātes mērījumi pirms un pēc mugurkaula skriemeļu C0 – C3 un C6 – Th3 segmentu manipulācijām uzrāda statistiski ticamu pieaugumu par 0,28 litriem. Arī šis rezultāts apstiprina iepriekš minēto, ka manipulācijas reflektori ietekmē krūškurvja kustīgumu.

Lai novērtētu mugurkaula skriemeļu segmentu C0 – C3 un C7 – Th3 ietekmi uz pētāmajiem parametriem, tika noteiktas šo parametru izmaiņas attiecībā pret dotā parametra vidējo vērtību, kas izteikta procentos. Šāds vērtējums tika nosaukts par relatīvo svērtu vērtību.

Neiromuskulārās regulācijas traucējumu biežuma procentuālās izmaiņas pārbaudītajos muskuļos, norādot svērtās vērtības dilstošā secībā, ir šādas:

- kakla dziļie fleksori 90%,
- *m. sternocleidomastoideus* kreisajā pusē 45% un labajā pusē 40%,
- *m. scalenus* labajā pusē 40 %, kreisajā pusē 35%,
- *m. trapezius* (augšējā daļa) labajā un kreisajā pusē 5%,
- kakla ekstensoru muskuļi – bez izmaiņām 0 %.

Pārbaudīto galvas un galvas kakla kustību apjomu izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā ir šādas:

- galvas antefleksijas 23,5%,
- galvas kakla fleksijas 13,7%,
- galvas kakla laterofleksijas pa labi 13,7%,
- galvas retrofleksija 13,6%,
- galvas kakla ekstenzija 6,6%,
- galvas kakla laterofleksijas pa kreisi 5,8%,
- galvas kakla rotācija pa kreisi 5,8%,
- galvas kakla rotācija pa labi 3,6%.

Pārbaudīto muskuļu maksimālā statistikā spēka relatīvās svērtās vērtības dilstošās secībā:

- galvas kakla fleksoru muskuļiem 36,6%,
- galvas kakla laterofleksiem pa labi un pa kreisi 27,2%,
- galvas kakla ekstensoriem muskuļiem 25,1%,
- galvas antefleksiem 23,3%.

Vērtējot galvas kakla un plecu joslas novietojumu vertikālā stāvoklī statikā attiecībā pret pareizo stājas modeli, frontālajā plaknē vērtēto parametru izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- galvas laterofleksijas stāvoklis 71,4%,

- lāpstiņu augšējie stūri attiecībā pret horizontālo asi 32%,
- plecu asimetrija attiecībā pret horizontālo asi 23,5%,
- lāpstiņu apakšējie stūri attiecībā pret horizontālo asi 13,1%.

Sagitālajā plaknē vērtēto parametru izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā:

- galvas antefleksijas stāvoklis – 25,3%,
- krūškurvja augšējās atveres fleksijas stāvoklis 6,1%.

Ribu pāru kustīguma izmaiņu relatīvās svērtās vērtības dilstošā secībā pa X un Y asi:

X ass	Y ass
•4. kreisā riba - 20,3%	•3. kreisā riba– 17,8%
•3. kreisā riba– 17,9%	•3. labā riba– 17,6%
•3. labā riba– 17,2%	•5. labā riba 16,7%
•5. kreisā riba – 16,9%	•4. labā riba - 16%
•4. labā riba -16,2%	•4. kreisā riba 13,3%
•5. labā riba 13,1%	•5. kreisā riba – 13%

Neiroreflektoro manipulāciju ietekmē samazinājies kakla un kakla krūšu daļas priekšējo muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumu biežums.

Neiroreflektoro manipulāciju ietekmē būtiski mainījies galvas kakla un plecu joslas novietojums vertikālajā stāvoklī statikā attiecībā pret pareizo stājas modeli. Izmaiņas galvenokārt realizējušās frontālajā plaknē un no stājas viedokļa tas nozīmē, ka ir samazinājusies pētāmo ķermeņa segmentu asimetrija.

Nedaudz mazāku relatīvo svērto izmaiņu ietekmi pēc manipulācijām var vērot pētāmo muskuļu maksimālā statistiskā spēka vērtībām.

Neiroreflektoro manipulāciju ietekmē vismazākās relatīvās svērto vērtību izmaiņas ir vērojamas galvas un galvas kakla daļas pētāmo kustību apjomiem, kā arī ribu (3,4,5.) pāru kustībām forsētas elpošanas ciklā.

Šo manipulāciju neiroreflektorā ietekme vismazāk ir uzlabojusi ķermeņa segmentu kustīgumu, kuru būtībā fizioloģiski nosaka mīksto audu elastīgās deformācijas zona. Acīmredzot elastīgās deformācijas zona ir maz atkarīga no apkārtējo audu neiroreflektorās ietekmes.

Daudz lielāku iespaidu manipulācijas dod muskuļu kontrakciju nodrošinošo mehānismu efektīvākai darbībai. Tas attiecas gan uz kustību organizāciju ar efektīvāku iesaistīto muskuļu neiromuskulāro regulāciju, gan uz spēka realizāciju pārbaudāmajās kustību plaknēs.

Funkcionāli pamatotu saistību starp atsevišķām parametru grupām var novērtēt pēc to ciešuma, virziena un ticamības, izmantojot lineārās

pāru korelācijas matricas. Pieļaujot iespējamo funkcionālo saistību starp ribu (3,4,5,) pāru kustīgumu un galvas un galvas kakla kustībām, un kakla un kakla krūšu muskuļu maksimālo statisko spēka, šīs sakarības tika vērtētas, izmantojot lineārās pāru korelācijas matricu. Lielākā daļa sakarību starp pētāmajiem parametriem neuzrādīja ticamu korelāciju, tāpēc, neanalizējot šo parametru iespējamās vai neiespējamās funkcionālās sakarības, funkcionālās sakarības tika skaidrotas tikai tiem pāriem, kuri izrādīja ticamas korelatīvās sakarības.

No iegūtajām ticamajām sakarībām jāmin 3. kreisās ribas kustīguma apgriezta ticama korelatīva sakarība ar galvas kakla fleksiju un ekstensiju. Ņemot vērā to, ka eksperimentālās grupas dalībniekus raksturoja kakla priekšējo dziļo fleksoru muskuļu funkcionālais vājums, tad šāds stāvoklis ir saistīts ar atipisku galvas un kakla novietojumu sagitālajā plaknē attiecībā pret vertikālo asi un mugurkaula krūšu daļas skriemeļu (Th1 – Th3) atrašanos fleksijā. Šāds mugurkaula krūšu daļas skriemeļu stāvoklis savukārt izsauks augšējo ribu depresiju. Neuroreflektori šāds stāvoklis izsauks m. *scalenus* paaugstinātu tonusu un var radīt šī muskuļa neiromuskulārās regulācijas traucējumus. No šīs korelatīvās sakarības izriet, ka, iedarbojoties ar manipulāciju uz mugurkaula skriemeļu segmentiem (C0- C3 un C6 – Th3) un panākot m. *scalenus* neiromuskulārās regulācijas normalizēšanos, iespējams mainīt kakla krūšu daļas pārejas skriemeļu (C6 – Th3) stāvokli, kā ietekmē var mainīties arī 3. ribas kustīgums. Šāds fizioloģisko reakciju skaidrojums norāda uz to, ka ribu kustīgums un galvas kakla fleksija un ekstenzija realizējas caur CNS zemgarozas struktūru kodolu aktivitāšu izmaiņām un tāpēc šādu sakarību nevajadzētu analizēt kā divu parametru lineāru pāru korelāciju.

Vērtējot pārbaudīto muskuļu spēka sakarības ar ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu, redzams, ka pastāv ticama korelatīva sakarība starp 4. labās ribas kustīgumu un galvas kakla labās puses laterofleksoru muskuļu spēku. Galvas kakla laterofleksorie muskuļi, t.i., m. *scalenus*, m. *sternocleidomastoideus*, m. *trapezius* (augšējā daļa) un m. *longus colli*, šo spēku realizē, kustībā vienpusēji saraujoties (Kalnbergs 1971; Van de Graff, Fox 1998; Clemente 2007; Kibble, Halsey 2009; Pārkers 2009; Saladin 2012). Ja ar manipulāciju šajos muskuļos (C0 – C3 un C6-Th3) panākts spēka realizācijas pieaugums, tad var sagaidīt arī 4. labās ribas kustību pieaugumu.

Vērtējot sakarības starp ribu (3,4,5) pāru kustīgumu un plaušu vitālo kapacitāti, redzams, ka plaušu vitālās kapacitātes pieaugums saistīts ar 3. labās un kreisās ribas un 4. labās ribas kustību apjomu pieaugumu pa Y asi, tātad vispārējā gadījumā plaušu tilpuma izmaiņas vairāk saistās ar ribu "pumpjveida" kustībām.

Pētījumā iegūtie rezultāti kopumā ļauj analizēt kustību organizācijas neirālās vadības traucējumu kvalitatīvos vērtējumus saistībā ar somātiskās sistēmas raksturojošo parametru kvantitatīvajiem vērtējumiem. Šāda vērtējuma analīze pieejamā literatūrā nebija atrodamā.

Analizējot funkcionāli vāja muskuļa vērtēšanas principus (Васильева, 1996; Walther, 2000; Frost, 20002), var secināt, ka funkcionāli vājam muskulim statistiskas kontrakcijas laikā miotātiskais reflekss ir nomākts. Šī refleksa bremzēšanas vieta, analizējot kustību organizācijas principus (Бернштейн 1990; Solms, Turnbull 2002), varētu būt smadzeņu zemgarozas struktūras, kuras atbild par visām neapzinātām stereotipa kustībām (Solms, Turnbull 2002). Tai pat laikā no literatūras ir zināms (Васильева 1998), ka muskuļa funkcionālo vājumu no dažāda līmeņa organisma struktūrām var izsaukt "nepareiza" aferenta informācija. Par koriģējamo aferento informāciju šajā pētījumā tika izvēlēti funkcionālie traucējumi mugurkaula skriemeļu (C0-C3 un C6-Th3) segmentos.

Manipulācijas šajos segmentos izsauc locītavu funkcionālā stāvokļa normalizāciju ar aferentās neirālās regulācijas korekciju. Veicot manipulācijas izvēlētajos segmentos (C0-C3 un C6-Th3), ar kvalitatīvām metodēm tika konstatēta statistiski ticama pētāmo muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumu biežuma samazināšanās, t.i., 90% kakla priekšējos dziļajos fleksoru muskuļos un 15-25% *m.stercoleidomastoideus* un *m. scalenus*. Acīm redzot neatjaunotais funkcionālais vājums šajos muskuļos ir saistīts ar citu organismu struktūru "nepareizu" aferentu informāciju.

Vērtējot kakla un kakla krūšu daļas funkcionālo stāvokli raksturojošos parametrus, kā arī ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu raksturojošos parametrus, ar kvantitatīvās mērīšanas metodēm tika iegūtas statistiski ticamas pētāmo parametru izmaiņas, kuras mugurkaula skriemeļu (C0-C3 un C6-Th3) segmentos izraisīja lietotās manipulācijas. Līdz ar to jāatzīmē, ka promocijas darbā izvirzītā hipotēze par to, ka pastāv sakarība starp kakla un kakla krūšu daļas muskuļu neiromuskulāro regulācijas kvalitāti un ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu forsētas elpošanas ciklā, ir apstiprinājusies. Lai pārliecinātos, vai ir meklējamas kādas funkcionāli nosacītas sakarības starp ribu (3.,4.,5.) pāru kustīgumu un kakla un kakla krūšu daļas funkcionālo stāvokli raksturojošajiem parametriem, tika veikta šo parametru lineāro pāru korelācijas analīze. Šie korelācijas pāru analīžu rezultāti norāda, ka matemātiski ticama pētāmo parametru pāru korelatīvā sakarība nepastāv. No šīs analīzes izriet, ka lietoto manipulāciju ietekmē izsuktās kvantitatīvās un kvalitatīvās pētāmo parametru izmaiņas nav jāuzskata par savstarpēji funkcionāli saistītām, bet saistība ir jāmeklē neirālās kustību organizācijas līmenī.

SECINĀJUMI

1.Brīvi komplektētai 50 dalībnieku grupai kakla daļas muskuļu funkcionālā stāvokļa (galvas, kakla kustību apjoms, kakla muskuļu spēka realizācija maksimālas statiskas kontrakcijas režīmā, kakla muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumi) pārbaudēs konstatējām, ka rezultāti ir stipri izklīdēti – variācijas koeficients $\geq 10\%$ un parametru vērtību sadalījums neatbilst normālsadalījumam.

2.Eksperimentālajā grupā visbiežāk neiromuskulārās regulācijas traucējumus konstatējām m. *sternocleidomastoideus* (labā pusē 70%, kreisā pusē 60%) un m. *scalenus* (labā pusē 50%, kreisā pusē 45%). Galvas kakla rotācijas kustību apjoms attiecībā pret normu bija samazināts vidēji par 10^0 gan pa labi ($81^0 \pm 1,4^0$), gan pa kreisi ($80^0 \pm 2^0$). Galvas kakla fleksoru spēks (68 ± 6 N) ir divas reizes mazāks nekā galvas kakla ekstenzoru muskuļu spēks (138 ± 12 N). Galvas laterofleksijas stāvoklis bija 75% gadījumu un vidēji sastāda $1,8^0 \pm 0,5^0$. Sagitālā plaknē, 100% grupas dalībnieku galva atrodas $15,1^0 \pm 1,4^0$ retrofleksijā un krūšu kurvja augšējās atvere bija $19,85^0 \pm 1,2^0$ fleksijā. Ribu (3.,4.,5.) pāru kustības: ceturtajam ribu pārim kustību apjoms pa Y asi ir lielākais un vērojama statistiski ticama ($\alpha \leq 0,05$) kustību asimetrija. Plaušu vitālās kapacitātes grupas vidējais rādītājs ir $5,55 \pm 0,09$ litri, tas atbilst vidēji trenēta jauna vīrieša vitālajai kapacitātei.

3.Reflektora kairinājuma ietekmē:

- neiromuskulārās regulācijas traucējumi ir samazinājušies pētāmajās muskuļu grupās, un šīs izmaiņas ir statistiski ticamas ($i \leq 0,05$).
- Galvas un galvas kakla kustībās iegūstam statistiski ticamus ($\alpha \leq 0,05$) kustību apjomu palielinājumus.
- Kakla daļas muskuļos ir statistiski ticams ($\alpha \leq 0,05$) spēka pieaugums.
- Noviržu no normas samazinājums attiecība pret pareizo stājas modeli ir statistiski ticams ($\alpha \leq 0,05$).
- iegūstam statistiski ticamu ribu kustību apjomu pieaugumu gan pa X asi, gan pa Y asi ($i \leq 0,05$).
- plaušu vitālās kapacitātes mērījumi uzrāda statistiski ticamu ($\alpha \leq 0,05$) pieaugumu.

4.37 novērtētajos parametros manipulāciju ietekmē notikušas statistiski ticamas rezultātu izmaiņas. Šo izmaiņu svērto relatīvo vērtību sadalījums ir sekojošs: neiromuskulārās regulācijas traucējumu samazinājums - kakla dziļo fleksoru muskuļiem - 90%; statikā galvas latrofleksijai 71,4%; galvas kakla fleksoru muskuļu spēkam 36,6%; statikā - galvas antifleksijai 25,3%; galvas antifleksijas kustībai 23,5%; 4.

Kreisās ribas kustīgumam pa X asi 20,3% un 3. Kreisās ribas kustīgumam pa Y asi 17,8% .

5.No pārbaudītajām 170 korelatīvajām pāru sakarībām Pīrsona lineārais pāru korelācijas koeficients 163 gadījumos nav statistiski ticamas. Tas norāda, ka nepastāv matemātiski ticama pētāmo parametru pāru korelatīva sakarība. No šīs analīzes izriet, ka pielietoto manipulāciju rezultātā izsauktās statistiski ticamās kvantitatīvās un kvalitatīvās pētāmo parametru izmaiņas nav savstarpēji funkcionāli saistītas starp atsevišķiem parametru pāriem, bet saistība ir meklējama neirālās kustību organizācijas līmenī.

IETEIKUMI SPORTA ĀRSTIEM UN SPORTA FIZIOTERAPEITIEM

Pamatojoties uz literatūrā iegūtajām atziņām un pētījumā iegūtajiem rezultātiem, tiek izstrādāti ieteikumi sporta ārstiem un sporta fizioterapeitiem:

1. Veicot pielietojamās kinezioloģijas testus muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumu konstatēšanai jāaizstāj muskuļu spēka realizācijas vērtējums ar informatīvāku kritēriju - muskuļa toniskas kontrakcijas kvalitātes vērtējums.
2. Veicot pielietojamās kinezioloģijas testu pārbaudāmajam muskulim, ir jāvērtē visi iespējamie neiromuskulārās regulācijas traucējumus izraisošie faktori.
3. Veicot kustības organizācijas patterna uzlabošanu ir jālieto komplekss metožu kopums - pielietojamās kinezioloģijas testi, manuālās terapijas paņēmieni un muskuļu fizisko īpašību attīstošas metodes.
4. Izmantojot manuālās terapijas paņēmienus kā atbildes reakcija ir jāvērtē visa organisma pielāgošanās kairinājuma izraisītajam stāvoklim.
5. Jāpievērš uzmanība muskuļu neiromuskulārās regulācijas traucējumiem, kas būtiski iespaido somatiskās sistēmas kustību organizāciju, līdz ar to traucējot optimāla kustību stereotipa realizāciju.

ZINĀTNISKO PUBLIKĀCIJU SARAKSTS

1. Galeja Z., Paeglītis A. DISTURBANCES OF MUSCLES' NEURAL REGULATION IN CONNECTION WITH VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM'S FUNCTIONAL STATE. Publicēts LASE Journal of Sport Science, 2013, Vol. 4 Nr. 1
2. Paeglītis A., Kukulis I., Eglītis E., Galeja Z. MUSCLE BLOOD SUPPLY DURING PROLONGED STATIC VOLUNTARY CONTRACTIONS. Publicēts LASE Journal of Sport Science, 2014, Vol. 5 Nr. 1
3. Galeja Z., Paeglītis A., Vārpa N., Gavrona U. EFFECT OF VITAMINS, MINERAL SUBSTANCES AND MANUAL MANIPULATIONS OF VERTEBRAL SEGMENTS C0-C3 AND C6-TH3 ON FUNCTIONAL STATE OF CERVICAL AND CERVICO THOROCAL PARTS OF BODY. Pieņemts publicēšanai "LASE Journal of Sport Science"
4. Galeja Z., Paeglītis, A. THE CHANGE OF PARAMETERS CHARACTERIZING RESPIRATORY CYCLE AFTER REFLECTOR IRRITATION. Iesniegts publicēšanai. LASE Journal of Sport Science

SARAKSTS PAR PIEDALĪŠANOS STARPTAUTISKĀS ZINĀTNISKĀS KONFERENCĒS

2015. gada 24.marts

LSPA starptautiskā zinātniskā konference

Uzstāšanās ar ziņojumu: Effect of Vitamins, Mineral Substances and Manual Manipulations of Vertebral Segments C0-C3 and C6-Th3 on Functional State of Cervical and Cervico Thoroccal Parts of Body

Rīga, Latvija

2014. gada 7. – 9. maijs

7th Conference of Baltic Society. Uzstāšanās ar ziņojumu: Influence of manual manipulation C0-C3 and C6- Th3 to the breathing stereotype

Tartu, Estonia

2014. gada 17.aprīlis

LSPA starptautiskā konference. Uzstāšanās ar ziņojumu: Manipulācijas C0-C3 ietekme uz kakla funkcionālo stāvokli

Rīga, Latvija

2014.gada 27. marts

LSPA 6. Maģistrantu un doktorantu konference Uzstāšanās ar ziņojumu: Factors influencing neuromuscular regulation

Rīga, Latvija

2013.gada 23. – 25. aprīlis

6th Conference of Baltic Society. Uzstāšanās ar ziņojumu: Disturbances of Muscles Neural Regulation in Connection with Vegetative Nervous System's Functional State

Rīga, Latvija

2012. gada 26. – 28. oktobris

RPIVA starptautiskā starpdisciplinārā zinātniskā konference

Uzstāšanās ar ziņojumu: Ribu locītavu kustīguma un kakla muskuļu funkcionālā stāvokļa sakarība

Rīga, Latvija

2012. gads 18. – 19. aprīlis

5th Conference of Baltic Society. Uzstāšanās ar ziņojumu: Maximal voluntary contraction force of muscles flexors and extensors in craniocervical region

Kaunas,Lithuania

2011.gads 5. Septembris

LSPA 90 jubilejai veltīta starptautiskā zinātniskā konference

Uzstāšanās ar ziņojumu Balsta kustību sistēmas korekcijas stratēģija''

Rīga, Latvija

2011.gada 7.- 9. Aprīlis

4th Conference of Baltic Society. Uzstāšanās ar ziņojumu: Influence of functional state of ccervical vertebra on regulation of anterior part of neck muscles. Tartu, Estonia

ZINTAS GALEJAS CURRICULUM VITAE (CV)

PERSONAS DATI

Vārds, Uzvārds **Zinta Galeja**

Dzimšanas datums 03.04.1979

e-pasta adrese: zintagaleja@inbox.lv

IZGLĪTĪBA

2011- 2015 Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmija; doktorantūras studijas Sporta zinātnē

2004 -2006 Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmija; maģistrantūras studijas, pedagoģijas maģistra akadēmiskais grāds Sporta zinātnē

1997-2002 Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmija; bakalaura studijas, pedagoģijas bakalaura grāds Sporta zinātnē ar sporta pedagoga specialitāti un fizioterapeita kvalifikāciju

1994- 1997 Varakļānu vidusskola

PROFESIONĀLĀS DARBĪBAS PIEREDZE:

2011-

līdz šim laikam Lektore, Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmijā

2010 –

līdz šim laikam Vieslektore Jāzepa Vītola Latvijas Mūzikas akadēmijā

2002- 2011 Vieslektore, Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmijā

2005 -2009 Izglītības metodiķe, Rīgas 84. vidusskolas struktūrvienībā

2001-2010 Fiziskās attīstības skolotāja, Rīgas 229. pirmsskolas izglītības iestādē

ZINĀTNISKI PĒTNIECISKĀ DARBĪBA

Dalība no 21.03.2013 – 31.12.2013 IZM 2013.g. valsts budžeta progr. 09.00.00. „Sports”, apakšprogr. 09.21.00. „Augstas klases sasniegumu sports” „Minerālvielu koncentrāciju ietekme uz veģetatīvo nervu sistēmas un muskuļu neiromuskulāro regulāciju un sportistu darbaspēju atjaunošanos augstas klases sportistiem.”

Dalība no 06.01.2014 – līdz šim laikam LOK pilotprojekts “Sporto visa klase”

PEDAGOĢISKĀ DARBĪBA

Vadītie bakalaura darbi - 12

Izstrādātie studiju kursi - 4

Studiju kursa anotācijas un apraksti:

Fizioterapijas pamati 1,2 (Studiju programma ‘‘Fizioterapeits’’)

Ārstnieciskā vingrošana (Studiju programma ‘‘Fizioterapeits’’)

Koriģējošā vingrošana (Studiju programma ‘‘Sporta zinātne’’)

Fiziskie vingrinājumi un veselību (Studiju programma ‘‘Sporta zinātne’’)

PAPILDUS ZIŅAS PAR PROFESIONĀLO DARBĪBU:

Latvijas fizioterapeitu asociācijas biedrs

LATVIAN ACADEMY OF SPORT EDUCATION



Zinta GALEJA

CHANGES OF SPORTSMEN NECK AND CHEST SEGMENT FUNCTIONAL CONDITION DUE TO REFLECTOR IRRITATION

Summary of the Doctoral Thesis

For promotion to the Doctoral Degree in Pedagogy in the Branch
of Sports Science Sub-branch: Sports Theory and History



The Doctoral Thesis has been developed by ESF support within the
project
“Support for Sport Science” Nr.
2009/0155/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/010 work program „Human
resources and employment” 1.1.2.1.2. sub activity ”Support to
Implementation of Doctoral Study Programme”

Riga, 2015

The Doctoral Thesis has been worked out at the Latvian Academy of Sports Education from 2011 up to 2015.

Scientific Supervisor:

Dr.biol., prof. **Alvis PAEGLĪTIS** (Latvian Academy of Sport Education).

Chairman of the Promotion Council:

Dr. paed., prof. Uldis GRĀVĪTIS

Members of the Promotion Council:

Dr.paed., prof., Agita ĀBELE
Dr.paed., prof. Leonīds ČUPRIKS
Dr.paed., asoc.prof. Andra FERNĀTE
Dr.paed., prof. Juris GRANTS
Ph.D., prof. Aija KĻAVIŅA
Dr.habil.paed., prof. Jānis LANKA
Dr.med., prof. Viesturs LĀRIŅŠ
Dr.med., prof. InesePONTAGA
Dr.paed., prof. Andris RUDZĪTIS
Dr.paed., asoc.prof. Žermēna VAZNE.

Scientific secretary of the Promotion Council:

Dr. paed., doc. Irēna DRAVNIECE

Reviewers:

- 1.Mati PÄÄSUKE, Ph.D., profesor (University of Tartu)
2. Aivars KAUPUŽS, Dr. paed., docent (Rēzeknes Augstskola)
3. Jānis LANKA, Dr. habil.paed., profesor (LASE)

The defence of the Doctoral Thesis will be held.June 30, 1 p.m., room 205., LASE (Brīvības gatve 333, Rīga).

The Doctoral Thesis and Summary are available in the LASE Library and at *homepage* www.lsps.lv

TABLE OF CONTENTS

GENERAL DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS	44
1.MOVEMENT AND NEUROMUSCULAR REGULATION IN NECK – THORACIC REGION MUSCLES AND JOINTS	48
2.RESEARCH METHODOLOGY, MATERIALS AND ORGANISATION.....	52
3. RESULTS AND THEIR ANALYSIS	55
3.1. The assessment of neck functional condition and parameters characterizing respiratory cycle.....	56
3.2.The assessment of neck functional condition and the parameters characterizing the respiratory cycle after reflector irritation.....	58
3.3.The change of neck functional condition and parameters characterizing the respiratory cycle and the distribution of relative weighted values after reflector irritation.....	59
3.4.Correlative relationships between the neck functional condition and parameters charactering respiratory cycle after reflector irritation.....	61
DISCUSSION	62
CONCLUSIONS	75
RECOMMENDATIONS.....	77
LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATION	78
LIST OF PARTICIPATION IN INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCES	79
CURRICULUM VITAE (CV)	81

GENERAL DESCRIPTION OF THE DOCTORAL THESIS

Sports kinesiology and its practical application in sport training theory have given a significant contribution to athlete outstanding achievements. High qualification athlete physical ability performance capacity, improving the body's strength, endurance, speed, and flexibility has reached such a high level that for the improvement sport results should be found untapped body ability reserves. For example, in the literature sources are indications that the athlete work capacity depends also on the respiratory movement stereotype and for the improvement of work capacity it is important to optimize the stereotypes of respiratory movements. The authors indicate that the disorders of respiratory stereotype are associated with lung function, chest somatic system and psycho-emotional state (*Smith, Rowley 2011*). The authors also indicate that the optimization of respiratory movement stereotype should be performed in an integrated way preventing visceral, somatic and psycho-emotional disorders (*Smith, Rowley, 2011*).

Until now research has evolved in definite directions, such as sports physiology, sports biomechanics, sports biochemistry, sports psychology, less studied is the integration of these particular research fields into a system, analyzing the athlete as a whole, that is, holistically.

With the development of research technologies, has been observed rapid advancement in development of computerized methods in neurophysiology (microelectrode techniques, electroencephalography and electromyography (EMG), proton emission tomography), arthrokinematic control (radiological investigation of the dynamics), biomechanical parameter (3D video image analysis), spectral analysis of soft tissue physiological parameters (ultrasound, magnetic resonance - MR) and biochemical composition (*Lee, Kelly, Steven, 1995; Benameur, Mignotte, Destremes, De Guise, 2005*). In each of these research areas, dealing with particular organ systems, have been obtained "significant" results, however, the holistic research principle of body as a systems is not complies with.

Such body differential research could be the cause of the fact that in practical treatment, as well as in the optimization of the training process, are searched and used particular results of these investigations. For example, functional disorders in spinal intervertebral joint are being searched using X-ray, ultrasound method, arthroscopy, magnetic resonance, etc., practically without considering other spinal vertebrae linked systems and their functional condition. At the same time, information in the literature confirms basic considerations about body as a united system, in which its existence ensures only optimal activity of its elements, therefore it is not important to evaluate definite diagnosis or

syndrome, but rather objectively assess physical changes, thinking more about the patient as a system, in which should be prevented definite symptoms (Paris, 1997). For system optimal performance should be simultaneously aligned local, regional and central regulation processes, but at present available are only the differential studies for each region separately. For example, there are in-depth studies in the deviations of cervical vertebra functional condition and the changes of this segment arthro kinematic functions.

Due to the technical developments neurophysiology only during the last 20 years begins to focus on the analysis of neural patterns in movement conduction and their connection to the quality of the movement execution. Mostly is analyzed the influence of pathological disorders (stroke, CNS trauma, etc.) of the structure of central nervous system (CNS) on the movement motor control, but the information on the adaptation capacities of movement organization patterns with the change of the condition of body somatic or vegetative structures is lacking. Experimental studies in empirically applied kinesiology have formulated the relationship between impact of different body structure functional changes on corresponding muscle neuromuscular regulation, causing changes in movement organization patterns (Walther, 2000; Frost, 2002). In none of these studies is given a physiological explanation of the impact of functionally weak muscle on other with motion organizations associated systems. With sports doctors and sports physiotherapists increasing engagement in athlete training process, more frequently as functional diagnostic method are used applied kinesiology tests. Empirical found "functionally weak muscles" are considered to be the cause of a particular body dysfunction. There is no clarity as to whether a particular muscle functional weakness prevention directly impacts the found body dysfunction or in the body as a whole occur adaptive changes affecting also the specific dysfunction. The clarification of such relationships allows more targeted use of applied kinesiology methods to improve athlete body functional ability.

In one research Thesis it is not possible to include integrated analysis of all body regulating systems, therefore in the Thesis is researched the affect of neuromuscular regulation on neck-shoulder region of musculoskeletal system, on thoracic movements during respiratory cycle, and vice versa: the impact of these systems on the changes of neuromuscular regulation.

The object of the research: athlete neck and chest arthro kinematics and soft tissue neuromuscular control.

The theme of the research: relationship between athlete neck and chest arthro kinematics and muscle neuromuscular control in response to reflector irritation.

The subject of the research: 18 – 25 year old athletes.

The aim of the research: the evaluation of the relationship between athlete neck and chest arthro kinematics and muscle neuromuscular control in response to reflector irritation and recommendations for the use of applied kinesiology and manual therapy.

The hypothesis of the research: there is a relationship between athlete neck and chest arthro kinematics and muscle neuromuscular control in response to reflector irritation that causes changes in cervical neuromuscular regulation, functional condition and parameters characterizing respiratory cycle.

The tasks of the research:

1. Assess neck neuromuscular control disorders, functional condition and parameters characterizing respiratory cycle before reflector irritation for athletes with a common characteristic deep neck flexor muscle functional weakness
2. Assess post reflector irritation neck neuromuscular adjustment disorders, functional condition and parameters characterizing respiratory cycle
3. The assessment of weighted average changes caused as a result of reflector irritation
4. Clarify the nature of the changes, i.e., what relationships - functional or reflector – exist between neck and functional condition and the parameters characterizing the respiratory cycle, and develop recommendations for the use of applied kinesiology and manual therapy.

The methods of the research:

1. Analysis of literature
2. Photogrammetry
3. Spirometry
4. Goniometry
5. Dynamometry
6. Applied kinesiology tests
7. Establishing experiment
8. Mathematical Statistics

Theoretical and methodological grounds

• Conclusions about neck and neck chest anatomy in relation to the involved muscle innervations (*Cailet R., 1991 ; Olson T.R., 1996; Энока P. М., 1998; Van de Graff K.M., Fox S.I., 1998; Clemente C.D., 2007*)

- Conclusions about neuromuscular control disorders and their assessment formulated in applied kinesiology (*Frost R., 2002; Ramšak I., Gerz W., 2005; Rosner A.L., Cuthbert S.C., 2010; Conable K.M., 2010; Rosner A.L., Cuthbert S.C., 2012*)
- Conclusions about the principles of muscle contractions (*Гранум Р., 1973; Lundy-Ekman L., 1998; Энока Р. М., 1998*)
- Conclusions about movement patterns (*Bernstein N. A., 1967, Бернштейн Н.А., 1990; Shumway-Cook A., Woollacott M., 1995; Rosenbauers D., 1991; Paeglītis A., Veseta U., 2005*)
- Conclusions about respiratory stereotype dysfunctions (*Shepard R.J., 1993; Левум К., Захсе И., Янда В., 1993; Иванушев Г.А., 1998; Chaitow L., 2004*)
- Conclusions about joint movement neural control (*Freeman M.A.R., Wyke B., 1967; Mclain, 1994; Hogervorst, Brand, 1998; Tomita, Berger, 2006*).

Scientific novelty of the research

1. For the first time is analyzed qualitative assessment of the neural control of movement organization disorders in relation to quantitative assessment of parameters characterizing somatic system.
2. For the first time is described muscle tonic contraction as a diagnostic criterion for neuromuscular control disorders in applied kinesiology tests.
3. For the first time is described body response to reflector irritation both on neuromuscular control level and on the level of the change of parameters characterizing somatic system functional condition.
4. Thesis confirms the principle that by soft tissue manipulation affected parameters characterizing the changed muscle and joint functional conditions are related to the specific muscle neuromuscular regulation changes at reflector level where muscle motor regulation pattern changes occur in subcortical area of the brain.
5. In the Thesis is justified that manipulation as joints neural irritation method in involved muscles causes reflector changes and preconditions for their effective strength and functional length adjustment with the help of physical loads.
6. For the first time is theoretically justified that muscle neuromuscular regulation optimization is closely related to the changes of muscle motor pattern, what creates the preconditions for the improvement of the efficiency of movement techniques.

Practical significance of the research

1. Is set up and approved methodology of the assessment of the mobility of separate pairs of ribs and movement asymmetry, using computerized digital image processing photogrammetry method.
2. Is given a theoretical justification of the affect of the disorders of muscle motor control on the movement patterns, which is to be included in sports coaches, sports doctors and physiotherapists special study courses.
3. Are given recommendations for the combination of applied kinesiology and manual therapy with physical properties developing means.

Thesis for defense

1. There are no researched parameter pair correlative relationships between changes in various somatic system structures caused by reflector irritations.
2. Reflector irritation affects both centrally and peripherally regulated somatic system functional condition characterizing parameters.
3. Reflector irritation statistically significant affects the head neck movement volumes; head neck muscle strength realization in maximal static contraction mode; lung vital capacity; reduces the deviations from norms in relation to the correct posture model; neuromuscular regulation of neck deep flexor muscles - *m. sternocleidomastoideus*, *m. scalenus*.

The theoretical part consists of an introduction and an analysis of scientific information sources. In the introduction to the Thesis is justified the topicality of the research and stated research object, theme, subject, aim, hypothesis, tasks and methods. In the final part of the introduction are indicated research scientific novelty, theoretical and practical significance, and methodological justification and outlined Theses to be defended.

1. MOVEMENT AND NEUROMUSCULAR REGULATION IN NECK – THORACIC REGION MUSCLES AND JOINTS

In the first section of the Thesis first chapter is analyzed the scientific literature on the neck region anatomy. This body segment is one of the most mobile in the whole body (*Cailliet, 1991*). In the absence of a coherent individual vertebral movement coordination with muscles, realizing both these movements and neural regulation, which may be may be impaired both due to the changes in muscle functional condition and cervical vertebrae atypical position, motions or static positions in this segment can cause a variety of functional disorders (*Jull, 2000; Falla,*

Bilenkij, Jull, 2004; Falla, Jull, Edwards, Koh, Rainoldi, 2004). Since in the Thesis are analyzed the relationships between the neck and thorax region functional condition, then it should be noted that none of the researched cervical nerves innervates in thorax region intercostal muscles, which regulate rib movement during respiratory cycle (*Eniņa et.al., 1987; Bērziņš, Dumbere, 2005*).

In the second section of literature review is analyzed the scientific literature on the respiratory system, the methods of its assessment. Having summarized the information, we can conclude that the respiratory system is an integral process containing many variables which mutually coordinated activity secures pulmonary ventilation and gas exchange between the outer space and the blood (*Scott, Fong, 2009; Mattson Porth, Matfin, 2009, Saladin, 2012; Rhoades, Bell, 2013*). Literature analysis allowed establishing that pulmonary function changes, changing only some of its mechanisms, such as breathing only through the nose or through the mouth only (*Brant, Parreira, Mancini, Becker, Reis, Britto, 2008*), forced breathing or rib movement disorders affect not only the respiratory system but also other body systems (*Ucar, Ekizer, Uysalm, 2012*). Several authors have studied also the gas exchange disturbance affect on the musculoskeletal system, for example, pulmonary hyperventilation effects on posture and separately on the chest movements during respiratory cycle (*Sakellari, Bronstein, Corna, Hammon, Jones, Wolsley, 1997; Forbes, Kowalchuk, Thompson, Marsh, 2007*). Sakellaris V. and co-authors (1997) examined the effects of hyperventilation on peripheral neural regulation. In the study was found that in *sternocleidomastoid* muscle in the result of peripheral neural regulation changes are observed no electromyographic changes and that hyperventilation does not affect the vestibulo - ocular reflex, but affects the postural sway. The authors concluded that hyperventilation may slow down the balance-generating mechanisms, and in accordance with these study results can be assumed that hyperventilation leaves no influence on the auxiliary respiratory muscles. In turn, S.C. Forbes et al (2007), studying the effects of hyperventilation on phosphocreatine kinetics and oxygen transport in skeletal muscle indicates that in hyperventilation situation is reduced the local muscle ability to be oxygenated.

For the assessment of the respiratory system as research methods are used both the simple functionaj tests (*Grant, 1973; Ducker, Gabriel Gordon, Sharman, 1985; Roberts, Larson, Liang, Harrison, Barefoot, Clarke, 1989; Piel, Laurent, Salmond, Best, Pyle, Molony, 1991, in Taiwan, 1997; Harris, Johansen, Pedersen, LaPier Kinney, 1997; Dalyan, Guner, Tuncer, Bilgic, Arasil, 1999; Heikkila, Viitanen, Kautiainen, Kauppi, 2000; Viitanen, Heikkila, Kokko, Kautiainen, 2000 ; Anderson, Baron Van Der Heijde, Felson, 2001*) and the modern

computerized 3D models of respiratory function (*Dansereau, Stokes, 1988; Closkey, Schultz, Luchia, 1992; Lee, Kelly, Steven, 1995; Benameur, Mignotte, Destrempe, de Guise, 2005*). For this research is chosen in the literature described optoelectronic pletismography (*Carnevali, Ferrigno, Pedotti, 1996*) that best meets the study objectives, i.e. records rib pair (3rd, 4th, 5th) motility and movement asymmetries.

In the third section of the first chapter of the Thesis is analyzed literature on the most important joint stabilizers: muscle tone, muscle strength and connective tissue functional state. It is important to note that the authors of the formation of muscle tone associate with complex cooperation of many muscles in movement organization (*Cailliet, 1988; Cailliet, 1992 (b); Васильева 1999 (b)*). Such cooperation of many muscles performs joint stabilization. No less important in recent years in the literature is information on the location of smooth muscle cell between connective tissue collagen fibers (*Meis, 1993; Yahia, Pigeon, Desrosiers, 1993; Staubesand, Li, 1996; Simons, Mense, 1998; Barker, Briggs, 1999; Ahluwalis, 2001; Hastreiter, Ozuna, Spector, 2001*). This gives a new explanation of the possibility of the change of connective tissue "tone".

In the fourth section of literature review is analyzed the scientific literature on neural regulation mechanisms. The authors indicate that an important role of CNS is to match with sensory receptors received information from outside with body internal structure receptor information to ensure human existence in changing external conditions (*Solms, Turnbull, 2002*). An essential leading role in the execution of these tasks has close cooperation between the somatic and autonomic nervous system (*Rogers, 2011*). It should be noted that this close cooperation is realized directly in CNS subcortical structure levels. The quality of this interaction determines also body movement organization and realization quality of unconscious stereotype movements (*Lundy - Ekman, 1998; Solms, Turnbull, 2002*).

In the fifth section of literature review is analyzed the scientific literature on functionally weak muscle or muscle with neuromuscular dysregulation. This section summarizes information on the cooperation of many muscles in movement organization (*Васильева 1999 (a); Васильева 1999 (b)*), on the realization of stereotype motion on unconscious level (*Solms, Turnbull, 2002; Paeglītis, Veseta, 2005*), on muscle activation in contraction on phasic or tonic mode (*Гранит, 1973*), on muscle contraction organization with different modes of CNS innervation (*Frost, 2002; Васильева 1999 (b)*). Taking as the foundation the analyzed information is formed the notion of functionally weak muscle or muscle with neuromuscular dysregulation, a diagnostic feature of which is depressed myotatic reflex.

In the sixth section of the first chapters of the Thesis is analyzed the scientific literature on movement conduction and motor control. In order to determine the movement production and motor control features which may arise in connection with neuromuscular disorders in muscle contraction patterns performing unconscious stereotypes autonomous movement, we have analyzed the available information on these issues in the literature. From the analyzed literature sources it appears that the movement production and motor control in the course of several centuries is treated as theoretical questions, creating process descriptions models adequate to the amount of knowledge (*Shumway - Cook, 1995*). It should be noted that so far in model characteristics is not included internal processes lability of individual as system, which, according to recent year studies in neurophysiology, can be characterized as a nonlinear, unstable, self-organizing system (*Rosenbauers, 1991; Siliņš, 2008*).

In the seventh section of the literature review is analyzed the scientific literature on the movement organization on CNS levels. In this section is analyzed movement organization and its control, formulated by Bernstein the (*Bernstein, 1967; Бернштейн, 1990*). In the model the author divides movement organization into five levels: the level of the spinal cord, the upper part of the spinal cord and the brain stem level, the levels of the pyramidal part of the brain and the levels of the cortical parts. It is important to note that this method of analysis is used also in the 21st century, and stereotype movements, as well as muscle neuromuscular control disorders are mutually related in unconscious subcortical levels, which Bernstein marked as a C level.

In the eighth section of the literature review are analyzed the scientific sources on the optimization of automatic movement stereotype. In this section is continued the analysis of the model of motor control and motor skill training. It should be noted that most of the information is on the models of deliberate movement skill training, but very little about the unconscious stereotype movement skill development and retraining. In recent decades in movement training are used methods, including both non-associative forms of training (acquiring habit and sensory learning), as well an associative forms of training, using the formation of concrete concepts in associative consciousness. To get insights about the automatic non-optimal motion stereotype formation and its retraining opportunities were analyzed a variety of motor skill training methods described in literature (*Schmidt, 1975; Schmidt, 1988; Winstein, 1991*). In classical associative training study the authors suggest to use the basic stimulus, its effect associatively reinforcing with another reinforcing stimulus. It can be, for example, a visual demonstration of the movements or verbal or tactile stimulation of movement learning by the educator. In addition, is possible also an instrumental training method, in the assessment of the

performance taking into account the information on the successful performance of the task in a particular environment. Other associative learning forms include procedural and declarative learning method (*Kupferman, 1991*). In motor skills training well known are Adams closed loop theory (*Adams, 1971*), Schmidt scheme theory (*Schmidt, 1975*), Fitts and Posner sequence of motor training (*Fitts, Posner, 1967*) as well as Newell theory of training as a research (*Newell, 1991*).

In the ninth section of the literature review is analyzed the scientific literature on the Joint Neuroscience. Summarizing the literature discussed in this section shows that in Europe is used the classic European school manual therapy method, the neuroreflectory effect of which is based on the classification of joint capsule nerve receptors, developed in the middle of the last century (*Freemann, Wyke, 1967*). This classification distinguishes three types of mechanoreceptors and nociceptors. According to this receptor type classification, can be made judgment as to what tonic or phasic response they will cause in the surrounding muscles at specific receptor stimulation.

2. RESEARCH METHODOLOGY, MATERIALS AND ORGANISATION

Analysis of scientific literature: the theoretical basis of the Thesis was based on the research and analysis of scientific literature. In the investigation process were used 169 special literature sources, 13 of which are in Russian, 14 in the Latvian language and 142 in English.

Photogrammetry method: in the Thesis photogrammetry method was used to determine the coordinates of particular anatomical points.

Photogrammetry method was used:

1) to assess the position of head, neck and shoulder girdle in relation to the model of correct posture in statics in frontal and sagittal plane. To enable photo image acquisition, first were attached markers to the subjects under investigation in accordance with anatomical points. In literature sources, the authors formulate proper posture model and indicate the anatomical points, which must lie on the horizontal and vertical axes (*Kendall 1994; Васильева 1996*)

2) rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility assessment in sagittal plane. Before taking photo, the examinee under investigation was attached markers on relevant anatomical points, i.e. 3rd, 4th, 5th pair of ribs in 7 cm distance from the midline of the sternum, to ensure optimum opportunity to determine rib movements. Afterwards was carried out body photography in sagittal plane - the tested subject was on the couch, lying on his back, behind two in 90⁰ angle placed rulers, defining the test plane

in orthogonal Cartesian coordinate system. The position of the horizontal axis (X axis) was controlled with the help of level.

To evaluate pulmonary vital capacity was used the **method of Spirometry**. Lung vital capacity test was performed with spirometer "*Clement Clarke, One Flow FVC (UK)*".

Goniometry method was used to evaluate head and neck movement volumes (head anteflexion and retroflexion, head - neck flexion and extension, rotation and lateroflexion). Standardized tests were used to fix the segment under investigated according to the methods, developed by several authors (*Hoppenfeld, 1976; Schneider, Tritschler & Dvorak, 1989; Левум, Захсе & Янда, 1993*). In measurement tests was used a standard head and neck starting position: a line in the frontal plane connecting mastoids, forming a 90-degree angle with the central axis of the body, but in the sagittal plane of the central axis of the body is placed the ear hole and the center line of the shoulder, and the trochanter (*Kendall, 1994; Васильева, 1996*). For angular measurement of the amount of movement was used a calibrated plumb type goniometer *Baseline AcuAngle Inclinator (Japan)*.

Dynamometry method was used to carry out the research task: assess the realization of neck muscle strength in the maximum static contraction mode for the head neck flexor and extensor muscles and the head neck muscles, realizing lateroflexion movement. Standardized tests were used to fix the investigated segment using methods developed by several authors (*Hoppenfeld, 1976; Schneider, Tritschler & Dvorak, 1989; Левум, Захсе & Янда, 1993*). In measurement tests was used a standard head and neck starting position: a line in the frontal plane connecting mastoids, forming a 90-degree angle with the central axis of the body, but in the sagittal plane of the central axis of the body is placed the ear hole and the center line of the shoulder, and the trochanter (*Kendall, 1994; Васильева, 1996*). The measurements were made with an electronic dynamometer for measuring static strength - Lafayette Instrument (Model: 01165 Manual Muscle Tester).

Applied kinesiology tests: diagnostic test is a manual muscle testing that is a scientifically well-founded qualitative muscle testing method (*Ramšak, Gerz, 2005*). With the help of this method is evaluated the quality of muscle neuromuscular regulation.

Methods of mathematical statistics: processing of the data obtained was carried out with "Microsoft Office Excel" program and the "Microsoft Office Excel" add-ons "Statistics 3.1." and SPSS statistical analysis software. In the first stage for data processing was used descriptive statistics to determine whether the group measurement data are consistent with the normal distribution (the significance level $\alpha < 0.05$), on the basis of this result for data further processing were chosen

other methods of mathematical statistics. For the analysis of the parameters (maximum static force, the amounts of movement; head, neck and shoulder girdle location in a vertical position in relation to the model of correct static posture in frontal and sagittal plane: the rib mobility (3th, 4th, 5th pair); lung vital capacity indicator) in processing quantitative data was used the Student's t-test for related groups (data are consistent with normal distribution). Result difference significance level (α) was chosen $\alpha \leq 0.05$. Analyzing parameters (muscle neuromuscular adjustment disorders), in processing of the obtained qualitative data was used McNemar test. Result difference significance level (α) was chosen $\alpha \leq 0.05$. For determining selected parameter (quantitative data) pair correlations, reliability, closeness and direction determination was used Pearson linear pair correlation matrix, the significance level (α) selected $\alpha \leq 0.05$.

Research phases

Experimental part of the study was carried out in two phases, i.e., from September 2011 to December 2013.

The first phase took place from September 2011 to November 2012. During this time were initiated experiments involving 50 LASE students (30 men and 20 women) aged 18 to 25 years, pursuing a variety of sports. For these participants were assessed movement ranges in head and neck, neck muscle strength realization in the mode of maximum static contraction as well as the quality of neck muscles neuromuscular regulation (with and without provocative techniques). As provocative techniques were used compression of cervical intervertebral ganglia nerve, decompression of cervical intervertebral ganglia nerve, breath retention in inhalation and breath retention in exhalation (*Ramšak, Gerz, 2005*).

The second phase took place from December 2012 to December 2013. During this time was carried out the assessment of the experimental group. In the experimental group from the tested 50 participants were included 20 participants (men) with a common feature - the deep cervical flexor muscle functional weakness. In the participants was assessed the head and neck movement ranges, neck muscle strength realization in the mode of maximum static contraction, the quality of neck muscle neuromuscular regulation, head, neck and shoulder girdle functional state in statics with the relation to the model of correct posture in frontal and sagittal plane, rib couple (3rd, 4th, 5th) mobility in the sagittal plane. All the above steps were repeated before and after reflector irritation (as reflector irritator was chosen vertebral C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation. (*Левум et al, 1993*).

3. RESULTS AND THEIR ANALYSIS

To set up an experimental group were assessed 50 LASE students who were engaged in a variety of sports. Was assessed those students' head and neck movement ranges, neck muscle strength realization in the mode of static maximum contraction as well as the quality of neck muscle neuromuscular regulation (with and without provocative techniques). As provocative techniques was used the compression of cervical intervertebral ganglia nerve, the decompression of cervical intervertebral ganglia nerve, breath retention in inhale, breath retention in exhale (*Ramšak, Gerz, 2005*).

In all the investigated muscle groups - neck deep flexor, neck extensors, left and right side muscles - scalenus, sternocleidomastoideus and trapezius (upper part) - showed different quality of muscle neuromuscular regulation. Comparing neck front and posterior muscles, was found that the disorders of neuromuscular control more frequently occur in the front muscles of this part of the body.

Evaluating the results was found that the frequency of tested muscle neuromuscular control disorders depends on the mechanical irritation. In all cases, the compression of cervical vertebrae segments affecting the intervertebral joint deformations and thus may cause irritation to the appropriate nerve root, increases also the tested muscle neuromuscular control disorders. In contrast, the decompression of the segments of vertebrae decreases neuromuscular control disorders in investigated muscles.

Similar results were obtained, also causing vertebrae decompression and compression with inhale and exhale. According to information in the literature it is known that the disorders of neuromuscular regulation are caused not only by the nerve root compression. This means that the number of the cases of neuromuscular regulation disorders and its changes may be reduced only by mechanical compression - irritation of decompression (*Ramšak, Gerz, 2005*). For the muscles examined in this study irritation of sedation point in all cases caused the increase in neuromuscular disorders, which is most pronounced in m. sternocleidomastoideus on the right and left side of the body.

For the assessment of neck functional state was determined head anteflexion, retroflexion and head and neck flexion, extension, lateroflexion and rotational movement potential range in "move to the end." The obtained results indicate that the movement ranges in the studied 50 people group were slightly less or corresponded to the movement ranges norms indicated in literature (*Schneider et al, 1989; Schneider et al, 1992; Левит et al, 1993; Иваничев, 1998*). The most

significant differences in the movement range, compared with norms (-90°), were found in the obtained head neck rotation results to the right ($82 \pm 1^{\circ}$) and left ($81 \pm 1.3^{\circ}$).

Assessing neck muscle strength realization in maximum static contraction in cervical neck flexion, extension, lateroflexion "end positions", was found that lateroflexion measurement results to the right and left were equal, but, assessing cervical flexor and extensor muscle strength in this movement "end positions", was found that cervical extensors (in full neck extension) are considerably stronger than the neck flexors (in full neck flexion). For such strength asymmetry in the literature are mentioned several causes (respiratory dysfunction, cervical instability, asymmetrical neck muscle training, etc.) (*Cagnes, Danneels, Cools, Dickx, Cambier, 2008*). Processing the results obtained in the tests with the methods of mathematical statistics, was found that the 50 people group results were scattered, therefore for subsequent measurements, after using the results of tests of applied kinesiology, for the experimental group were selected 20 participants. In the group were included participants having deep neck flexor muscle neuromuscular control disorders, and only men, because the assessment of the mobility of the rib pairs (3rd, 4th, 5th) and movement asymmetries, markers on selected ribs can be placed more accurately in men than in women (developed breast - milk glands are anatomically separated from the intercostal and pectoral muscles and glandular surface does not reflect the movement of the ribs).

3.1. The assessment of neck functional condition and parameters characterizing respiratory cycle

One of the tasks of the Thesis was to examine the disorders of neck neuromuscular regulation, functional status and parameters characterizing the respiratory cycle. These assessments were obtained in the pilot group composed of 20 men with a common feature: deep neck flexor muscle neuromuscular control disorders.

Assessing the quality of neck muscle neuromuscular regulation, the results show that the participants sharing a common characteristic, that is, the neck deep front flexor muscle functional weakness, very often exhibit neuromuscular control disorders also in *m. sternocleidomastoideus* (on the right side of the body in 70% of cases, and in 60% of the cases on the left side), and in *m. scalenus* (50% of the cases on the right side of the body and 45% of the cases on the left side of the body).

Examining head and neck movement ranges, was found that they practically are within normal limits, except for the head - neck rotation,

which, in relation to the norm has decreased per an average by 10^0 both to the right and left. Asymmetries were not found.

Analyzing the realization of neck muscle strength in maximum static contraction was found that cervical flexor strength was 68 ± 6 N, but cervical extensor muscle strength was 138 ± 12 N. These results show that the realization of cervical flexor muscle strength is twice smaller than the realization of cervical extensor muscle strength. The analysis of the results showed that the ranges of cervical lateroflexion movement is asymmetrical (to the right: 44 ± 1.3^0 , to the left: 48 ± 0.7^0), but the strength realization in cervical lateroflexion to the right and left is the same and statistically significant.

Examining neck and shoulder girdle atypical position in vertical position in statics in relation to the model of correct posture in a frontal plane that the head lateroflexion was found in 75% of the cases and its mean value is 1.8 ± 0.5^0 . Shoulder level asymmetry found in 70% of the cases the deviation from the horizontal level was 1.05 ± 0.2^0 . The results show that the shoulder blade upper and lower corner levels in the right and left shoulder blade are not the same.

Investigating the head, neck and shoulder girdle position in vertical position in statics in the relation to the model of correct posture in the sagittal plane, in the investigated group was found that in 100% of the participants of the group the head is in 15.1 ± 1.4^0 retroflexion, while all the participants showed the position of upper thoracic outlet at 19.85 ± 1.2^0 flexion.

In respiratory cycle assessment was determined ribs pair (3rd, 4th, 5th) mobility and their relative asymmetry. Evaluating ribs pair movements in vertical and horizontally along the sagittal plane, was found that 3rd, 4th, 5th rib pair mobility along the horizontal axis (X axis) (right 3rd rib: 2.95 ± 0.13 cm, left 3rd rib: 2.88 ± 0.14 cm, right 4th rib: 3.01 ± 0.67 cm, left 4th rib: 2.94 ± 0.15 cm, right 5th rib: 3.25 ± 0.14 cm, left 5th rib: 3.04 ± 0.16 cm) are very similar, and between the left and right rib manifested movement asymmetry is not found.

Movements along the vertical axis (Y axis) in different rib pairs (right 3rd rib: 1.83 ± 0.07 cm, left 3rd rib: 1.80 ± 0.06 cm, right 4th rib: 2.15 ± 0.07 cm, left 4th rib: 2.29 ± 0.08 cm, right 5th rib: 2.44 ± 0.09 cm, left 5th rib: $2.54 \pm 0,09$ cm) and the smallest range of motion has the 3rd pair of ribs. The fourth pair of rib motion along the Y axis is larger, and there is a statistically significant asymmetry of movement ($\alpha \leq 0.05$), i.e., the left 4th rib moves with a greater range of movement than right 4th rib. The fifth pair of ribs in its turn moves with a larger range of movement along the Y axis than the fourth pair of ribs.

Summarizing the results on pulmonary vital capacity, it is evident that the group mean is 5.55 ± 0.09 liters, which corresponds to young, medium trained man vital capacity.

3.2. The assessment of neck functional condition and the parameters characterizing the respiratory cycle after reflector irritation

Having assessed the neck muscle neuromuscular control disorders after the vertebral segment C0-C3 and C6 - Th3 manipulation, can be concluded that in the investigated muscle groups neuromuscular control disorders have drastically decreased. The most remarkable changes are associated with deep neck flexor muscles where neuromuscular control disorders have decreased by 90%. Also neuromuscular control disorders in the *m. scalenus* and *m. sternocleidomastoideus* on the right and left side have decreased by 35 -45%, and these changes are statistically significant ($\alpha \leq 0.05$). Posterior cervical muscle neuromuscular control disorders were observed in individual cases and their reduction by manipulation is not statistically significant.

The examination of the head and neck movement range changes after vertebra C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulations showed that all the examined head and neck movement ranges have grown. In the result of manipulation in the form of reflector irritation were obtained small but statistically significant increases in the range of the movements studied ($\alpha \leq 0.05$).

The effect of the manipulation of vertebrae C0 - C3 and C6 - TH3 segment on neck muscle strength realization manifests as a statistically significant increase in strength in the muscles examined. However, it should be noted that between the head-neck flexors and head-neck extensors has remained previous maximum static force distribution. Also, head-neck right and left lateroflexors have maintained the previous maximum static force distribution.

Analyzing the head neck and shoulder girdle position in vertical position in statics in relation to the model of correct posture in frontal plane after vertebrae C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation, it is evident that the head lateroflexion has disappeared in 15% of the participants, and the asymmetric position of the head in the group under investigation as decreased by 0.75° . Shoulder asymmetry in relation to the horizontal axis has normalized in 15% of the participants, and the asymmetry in the group has decreased by 0.2° . Blade asymmetrical position after the manipulation has not normalized in any member of the group, in the same time is observed a decrease in the asymmetric position of the shoulder blade. The asymmetry of shoulder blade upper corner in the group has decreased by 0.4° and the asymmetry of the lower corner of

shoulder blade in the group has decreased by 0.25° , the decrease is not statistically significant.

Analyzing the head neck and shoulder girdle position in the vertical position in statics in relation to the model of correct posture in the sagittal plane after vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 manipulations was found that the head position also after manipulation in all group members has remained in retroflexion, but has decreased by 3.05° , this decrease is statistically significant. The position of chest upper outlet, i.e., chest upper outlet flexion in the group has decreased by 1.15° , the decrease is statistically significant.

Assessing the neuroreflectory impact of manipulation, was examined how the manipulation of selected vertebra will change the mobility of individual rib pairs (3rd, 4th, 5th) and movement asymmetry, which are located remotely from the manipulated segments. It should be noted that the manipulation in all cases causes an increase in the range of rib mobility along the X axis.

The greatest effect from the manipulation has gained the left side third and fourth rib pair, as shown by the increase of 3rd rib mobility by 0.63 cm and 4th rib mobility by 0.75cm along the X axis.

Also along the Y axis obtained results show that manipulations in all investigated ribs have produced a statistically significant increase in the movement range. The largest effect from the manipulation have gained right 4th and 5th ribs, the proof of this is the fourth rib mobility increase by 0.41 cm and 5th rib: by 0.35cm along the Y axis.

Analyzing rib movement asymmetry, i.e., the investigated rib pair right and left rib movement range, was found that before and after manipulation observed small differences are not statistically significant.

Lung vital capacity measurements before and after vertebra C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation show a statistically significant increase by 0.28 liters.

3.3. The change of neck functional condition and parameters characterizing the respiratory cycle and the distribution of relative weighted values after reflector irritation

In order to assess the affect of reflector irritation with vertebrae C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation on the parameters to be investigated in relation to the mean value of the given parameter in percentages, is performed the assessment of the change of these parameters, named as relative weighted value. Calculating the relative weighted values for assessed parameters, we obtained the following distribution of relative weighted values.

Relative weighted values of investigated neck muscle neuromuscular disorder regulation change in descending order:

- deep neck flexors: 90%
- left *m. sternocleidomastoid*: 45%, and right *m. sternocleidomastoid*: 40%,
- left *m. scalene*: 40%, right *m. scalene*: 35%
- right *m. trapezius* (upper part) and left *m. trapezius* (upper part): 5%
- neck extensor muscles: without change 0%.

Relative weighted values of investigated head and head neck movement range changes in descending order:

- head anteflexion: 23.5%
- head neck flexion: 13.7%
- head neck lateroflexion to the right: 13.7%
- head retroflexion: 13.6%
- head neck extension: 6.6%
- head neck lateroflexion: to the left 5.8%
- head neck rotation to the left: 5.8%
- head neck rotation to the right: 3.6%.

Relative weighted values of tested muscle maximum static force in descending order:

- head neck flexor muscles: 36.6%
- head neck lateroflexors to the right and left: 27.2%
- head neck muscles extensors: 25.1%
- head anteflexors: 23.3%.

Investigating head neck and shoulder girdle position in static vertical position relative to the model of correct posture, in a frontal plane assessed parameter change relative weighted values in descending order are:

- head lateroflexion position: 71.4%
- relative to the horizontal axis: 32%
- shoulder asymmetry in relation to the horizontal axis: 23.5%
- shoulder blade lower corners relative to the horizontal axis: 13.1%.

In sagittal plane assessed parameter change relative weighted values in descending order:

- head anteflexion position: 25.3%
- upper thoracic outlet flexion position: 6.1%

Rib pair mobility change relative weighted values in descending order along X and Y axis

- | X axis | Y axis |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| •left 4 th rib: 20.3% | •left 3 rd rib: 17.8% |
| •left 3 rd rib: 17.9% | •right 3 rd rib: 17.6% |
| •right 3 rd rib: 17.2% | •right 5 th rib: 16.7% |

- left 5th rib: 16.9%
- right 4th rib: 16.2%
- right 5th rib: 13.1%
- right 4th rib: 16%
- left 4th rib: 13.3%
- left 5th rib: 13%
-

3.4. Correlative relationships between the neck functional condition and parameters charactering respiratory cycle after reflector irritation

To assess the relationship reliability and closeness was used Pearson's linear pair correlation matrix. Were investigated the following correlations:

- rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility (along the X axis) and neck movement range
- rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility (along the Y axis) and neck movement range
- rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility (along the X axis) and neck muscle strength realization indicators
- rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility (along the X axis) and the results of spirometry
- rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility (along the Y axis) and the results of spirometry

From examined 170 pairs of correlative relationship Pearson linear correlation coefficient in 163 cases were not statistically significant, which indicates that it is not logical to look for physiological explanation of this kind of relationship.

DISCUSSION

Addressing the first task of the Thesis, were obtained the results, characterizing functional state of the neck and chest part of the neck. These results were analyzed within the groups of quantitative parameters, which in general characterize neck and chest part of the neck, but examining the results, characterizing the quality of neck muscles neuromuscular regulation, which is a quality notion, attention was paid to the results of applied kinesiology tests, giving an answer to the question whether the examined muscle during static contraction maintains the component of myotatic reflex. In the literature there are indications that the regulation of muscle contraction can be provided by motor centres of the cortex, when in muscle contraction is detectable phasic activity with suppressed myotatic reflex. Muscle contraction control is also possible from subcortical levels that provide muscle activity with maintained tonic reaction, which manifests as the presence of myotatic reflex. This second type of muscle control in the literature is viewed as movement stereotype activities (*Paeglītis, Veseta, 2005*).

Assessing in percentages the quality of neuromuscular regulation of investigated muscles in randomly completed group (50 participants), were obtained results, characterizing in how many cases muscle contraction did or did not correspond to the characteristics of stereotype contractions.

In all the researched muscle groups: the deep neck flexors, neck extensors, left and right muscles: *m. scalenus*, *m. sternocleidomastoideus* and *m. trapezius* (upper part) showed different quality of muscle neuromuscular regulation.

Comparing neck frontal and posterior muscles, was found that the neuromuscular control disorders more frequently occur in frontal muscles. If this information is related to head - shoulder girdle position in static in sagittal plane, both our results and the literature studies (*Watson, Trott, 1993; Jull et al, 1999; Placzek et al, 1999; Ucar et. al., 2012; Almeida et al, 2013*) indicate that an increased part of neck chest transitional vertebra (C6 - TH3) are in a position of flexion, and compensated neck vertebrae (C3-C4) are in a position of extension. Such vertebral position is possible if for a long time is maintained neck and neck chest increased muscle tone (*Freemann, Wyke, 1967*). Obviously, this situation can cause in muscles neuromuscular regulation disorders.

The results obtained show that the tested muscle neuromuscular control disorders are also dependent on mechanical irritation. In all cases, cervical spine segment compression affecting the intervertebral deformations and thus causing irritation to the corresponding nerve roots increases also the tested muscle neuromuscular regulation disorders. In

contrast, this vertebra segment decompression reduces the disorders of neuromuscular control in studied muscles. These results are consistent with in the literature mentioned causes for the disorders of neuromuscular regulation, indicating that functional muscle weakness may be associated with nerve root irritation (*Cuthbert, Rosner, 2010; Conable, 2010; Rosner, Cuthbert, 2012*). Similar results were obtained also in the present study, causing vertebral compression and decompression with the inhalation and exhalation. From the information in the literature it is known that during inhalation and exhalation phases changes the tone postural muscles (*De Troyer, Kirkwood, Wilson, 2005; Cagnes et al, 2008; Shomacher, Falla, 2013*), therefore also the tension of the vertebral segment.

Research results are consistent with the information in the literature, because in the course of the study it was observed that during inhalation and exhalation phases in studied muscles changes the number of cases of neuromuscular regulation disorders. Attention should be paid to the attachment sites of the involved muscles and tone changes during inhalation – exhalation.

Interesting finding is differences in right and left *m. scalenus* neuromuscular regulation disorders. These differences could be attributed to, first, the fact that *m. scalenus* is a direct respiratory auxiliary muscle and participates in the respiratory cycle, second, and, second, there are indications in the literature that the pleura mobility limitations are more frequently found on the left than on the right side of the body (*Murraya et al, 2012*).

It should be noted that the changes of muscle tone evoked by inhalation – exhalation are regulated not at peripheral nervous system reflector level, but in accordance with the CNS subcortical structures, where change is connected also with the changes in autonomic nervous system activity. This means that these relationships cannot be interpreted as two-factor correlations.

In applied kinesiology literature is indicated that irritation of the corresponding sedation point in normal neuromuscular regulation muscle (*Ramšak, Gerz, 2005*), evokes its functionally weakness, but in the case irritation of the corresponding sedation point does not evoke neuromuscular regulation disorders, then are already observed muscle specific disorders of neuromuscular regulation, related to body integral regulation disorders (*Ramšak, Gerz, 2005, Frost, 2002*).

In the research irritation of sedation point of the examined muscles in all cases evoked the increase in neuromuscular disorders, which is most pronounced in *m. sternocleidomastoideus* on the right and left side of the body, this can be caused by the fact that this muscle motor innervations comes from *n.accessory*.

To determine head neck functional state were examined head anteflexion, retroflexion and head and neck flexion, extension, lateroflexion and rotational movement potential range in "move to the end."

These movement ranges depend also on the involved muscle functional condition (*Kumar et al.*, 2007).

The obtained results indicate that the movement ranges in the studied 50 people group were slightly less or corresponded to the movement ranges norms indicated in literature (*Schneider et al*, 1989; *Schneider et al*, 1992; *Левум et al*, 1993; *Иваничев*, 1998). The most significant differences in the movement range, compared with norms (-90^0), were found in the obtained head neck rotation results to the right (82 ± 1^0) and left (81 ± 1.3^0). From the dynamic anatomy it is known that one of the key head neck rotation muscles *m. sternocleidomastoideus*, which also most frequently exhibits neuromuscular control disorders in the applied kinesiology tests, carried out in the given research, i.e , the right *m. sternocleidomastoideus*: in 54% of cases and the left *m. sternocleidomastoideus*: in 40% of cases.

To Examine neck functional condition, was determined also the muscle strength realization in the mode of maximum static contraction. Strength realization was measured in anteflexion and head neck flexion, extension, in lateroflexion "end positions".

In the researched 50 participant group lateroflexion measurement results to the right and left were close, but the examination of head neck flexor and extensor muscle strength in these movement "end positions", it is evident that the head neck extensors (in full head neck extension) are significantly stronger than head neck flexors (in full head neck flexion). In the literature there are indications that reduced head neck flexor muscle strength causes head neck atypical positioning in the sagittal plane relative to the vertical axis. The most in the literature is discussed head neck flexor inadequate joining in motion realization, pointing to the anterior neck deep muscle weakness and simultaneous *m. sternocleidomastoideus* overload (*Frost*, 2002).

Examining the test results of 50 members, was established the experimental group composed of 20 men with a common characteristic, that is, the deep neck flexor muscle neuromuscular control disorders. In this group besides the deep neck flexor neuromuscular control disorders were observed neuromuscular control disorders also in others researched muscles. The most essential neuromuscular regulation disorders were found in right *m. sternocleidomastoideus* : 70% of the cases and in the left *m. sternocleidomastoideus* : 60% of cases, as well as in right *m. scalenus*: 50% and in the left *m. scalenus*: 45% of cases. In contrast,

neuromuscular control disorders in the neck and neck thoracic part posterior muscles - in neck extensor muscles *m. trapezius* (upper part) were found only in some cases.

The results show that the experimental group members with the common characteristic - the front anterior deep neck flexor muscle functional weakness, often exhibit neuromuscular control disorders also in *m. sternocleidomastoideus* and *m. scalenus*.

The literature sources provide the following information: if respiratory function people execute in the usual way, but change the respiratory type, such as mouth breathing to nasal breathing, then significantly increases electromyographic activity in *m. sternocleidomastoideus* and *m. scalenii* (Ribeiro *et al*, 2002).

It should be noted that in the continuing increased electrical activity from the side of neuromuscular regulation muscles can become functionally weak (Walther, 2000; Frost, 2002), then it can be supposed that this functional muscle weakness can be caused by rib movement disorder during breathing cycle. This assumption requires an in-depth examination of rib mobility change effect on the neck and neck chest part anterior muscle functional condition.

As previously stated, such a relationship should be seen as multifactorial, taking into account the fact that the regulatory mechanisms are CNS structures that carry out changes as the effect of a set of complex irritation.

Examining the experimental group member head neck movement ranges, similarly to the 50 group of members, also in this group participant movement ranges were practically within norm, except for the head neck rotation, which with respect to the norm has decreased by an average of 10^0 for both to the right and left, and these movements range does not show asymmetry. As previously they are connected to neck anterior muscle neuromuscular regulation disorders. It should be noted that in this group there are statistically significant movement range differences in lateroflexion to the right and left. This difference is found in the size of 4^0 , besides, the greater movement limitation is in lateroflexion to the right, but it in turn can be caused by *m. scalenus* functional length restrictions.

Examining neck muscle strength realization in the mode of maximum static contraction, was found that both in the 50 members of the representative sample, and the experimental group the head neck flexor strength is two times smaller than the head neck extensor muscle strength. Also in this case, the explanation can be found in the literature, where is mentioned the neck anterior deep muscle weakness, which is observed in people with atypical head neck and shoulder position in the sagittal plane relative to the vertical axis (Watson, Trott, 1993; Jull *et al*,

1999; *Placzek et al., 1999*). This decrease of anterior neck muscle strength is connected with the experimental group common characteristic, that is, in all members of the group deep neck flexor muscles are functionally weak.

It should be noted that, despite the lateroflexion asymmetric movement restriction, strength in head neck lateroflexion to the right and to the left do not show statistically significant differences.

To characterize the functional state of head - neck and shoulder girdle and the justification of changes in corresponding muscle functional state this girdle is examined in a body vertical position in statics in relation to the parameters of the model of correct posture in frontal and sagittal planes.

Examining head - neck and shoulder girdle atypical position in relation to the model of correct posture in frontal plane, the head lateroflexion was found in 75% of the cases and the mean value is 1.8 ± 0.50^0 . Shoulder level asymmetry was found in 70% of the cases, deviation from the horizontal level was 1.05 ± 0.20^0 . From these results, it is apparent that the asymmetry of the head relative to the shoulder level may be connected with the curve of the head neck part in frontal plane, which in turn may be a result of unbalanced tension of the neck right and left side muscles. From the results can be concluded that the right and the left shoulder blade upper and lower corner levels are not the same. This blade shoulder positioning asymmetry may occur if one of the shoulder blades is rotated. From the muscles researched in the Thesis it may be affected by the tone of the upper part of *m. trapezius*.

Examining head, neck and shoulder girdle placement in vertical position in static relative to posture model in the sagittal plane, was assessed head position in anteflexion or retroflexion. In the experimental group was found that in 100% of participants head is in 15.1 ± 1.4^0 retroflexion. At the same time, in all participants was found the position of the upper thoracic outlet in 19.85 ± 1.2^0 flexion. Such a head, neck and shoulder girdle position is possible, if there is a weak cervical frontal deep muscles and *m. sternocleidomastoideus* un *m. scalenus* are hyper toned , and are weak posterior shoulder chest muscles. Such information on posture asymmetries provide literary sources (*Watson, Trott, 1993; Jull et al, 1999; Placzek et al, 1999; Almeida et al, 2013*).

In the experimental group was assessed rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility and their mutual asymmetry. In the literature are described several causes for individual rib mobility asymmetry:

- rib movement selective restrictions can be caused by the changes in functional position of thoracic spine vertebrae, and vice versa (*Иваничев, 1998*)

- rib vertebrae joint movement restrictions and sternal rib joint constraints (*Иваничев, 1998*)
- the changes in the tone of respiratory muscles and respiratory auxiliary muscles and the restrictions in functional length (*Ratnovsky, Zaretsky, Shiner, Elad, 2003*)
- local glide restrictions between visceral and parietal pleurae of the lungs. The pleurae local glide restrictions may develop under the influence of inflammation in lung lobes, bronchi, and even the upper airways (*Murray et al, 2012*).

Examining rib pair movement vertically and horizontally along the sagittal plane, was found that rib pair (3rd, 4th, 5th) movements along horizontal axis (X axis) are very similar and do not manifest right and left rib movement asymmetry.

Movements along vertical axis (Y axis) in different rib pairs are different and the smallest range of motion manifest 3rd pair of ribs. The fourth pair of rib motion range along the Y axis is higher and there is statistically significant ($\alpha \leq 0.05$) movement asymmetry - the left side rib moves with larger range than right 4th rib. The fifth pair of ribs in turn moves with a larger movement range along the Y axis than the fourth pair of ribs.

In the research is tested the mechanical and neuroreflexory effect on the parameters characterizing neck and thorax functional state.

There are researchers who have published research results on the relationship between body systems functional state by focusing on the body as a whole, in which particular system parameter changes are connected with the change of the parameters characterizing other systems (*Frost, 2002*). It follows that the relationship cannot be assessed with the Pearson pair correlation coefficient.

Although in most literature sources is described neural regulation effect on the functional state of the organs, there are also sources of literature analyzing neuroreflexory effect on body systems functional state (*Walther, 2000; Frost, 2002*).

In the research with the selected manipulation technique was evaluated neuroreflexory effect both on the structures, related to manipulated segment, determining neck and neck thorax segment range of motion, muscle strength and the frequency of neuromuscular regulation disorders and neuroreflexory regulation changes in the structures distant from the manipulated segment, i.e., reflector evoked rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility change.

Examining neck muscle neuromuscular regulation disorders after manual vertebra segment C0-C3 and C6-Th3 manipulation, can be drawn the conclusion that the neuromuscular control disorders in investigated muscle groups have sharply decreased. The most remarkable changes are

related to the deep neck flexor muscles, neuromuscular control disorders of which have decreased by 90%. Also, the body left and right *m. scalenus* and *m. sternocleidomastoideus* neuromuscular control disorders have decreased by 35 - 45% and these changes are statistically significant ($\alpha \leq 0.05$).

Posterior cervical muscle neuromuscular regulation disorders were observed in individual cases and their frequency decrease after manipulation use is not statistically significant.

It can be assumed that the cervical and thoracic vertebra segment manipulations, causing neurological irritation in these segment joint capsules, reflectors have statistically significantly affected the efficiency of anterior cervical muscle neuromuscular regulation. So manipulations of the vertebral segments as the means of neuroreflexory therapy has positively affected the quality of studied muscle neuromuscular regulation, therefore, this approach could be used to decrease neck muscle functional weakness in athletes.

The examination of the head and neck movement range after cervical vertebrae C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation, was found that these manipulations have in a neuroreflexory way affected in movement involved muscles, as evidenced by the increased range of movement in the tested segments. These results confirm in literature sources described joint manipulation neuroreflexory effect on the surrounding muscle tone (*Freeman, Wyke, 1967*). The manipulations had small but statistically significant effect on the increase in the range of the investigated movements. This indicates that to increase athlete range of movement during rehabilitation should be used other methods of treatment.

Vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 manipulation effect on the realization of neck muscle strength in maximum static contraction mode manifests as statistically significant strength increase in the muscles examined. It should be noted that the distribution of maximum strength realization between the head the neck flexor and extensor muscles in maximum static contraction mode has remained the same, head neck flexor muscles are weaker than extensor muscles. Similarly, head neck right and left side lateroflexors have previous maximum static strength distribution. This indicates that the manipulation neuroreflexory effect improves muscle functional condition, but does not affect agonist - antagonist strength interaction. Therefore in order to improve athlete movement stability in the examined movement segment besides manipulative correction that is widely used as a therapeutic method for the normalization of involved muscle functional state, should also be performed corresponding muscle strength property adequate development.

Analyzing the head neck and shoulder girdle position in the vertical position in statics in relation to the model of correct posture in frontal plane after vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 manipulations was found that in some body upper part segments is observed statistically significant improvement.

In frontal plane head lateroflexion has disappeared in 15% of the participants, and the asymmetric position of the head in the group under investigation has decreased by 0.75° . Shoulder asymmetry in relation to the horizontal axis has normalized in 15% of the participants, and the asymmetry in the group has decreased by 0.2° .

Blade asymmetrical position after the manipulation of vertebrae C0 - C3 and C6 - TH3 segment has not normalized in any member of the group, in the same time is observed a decrease in the asymmetric position of the shoulder blade. The asymmetry of shoulder blade upper medial corner in the group has decreased by 0.4° and the asymmetry of the lower corner of shoulder blade in the group has decreased by 0.25° , the decrease is not statistically significant. The results allow drawing the conclusion that manipulation neural effect does not have a direct effect on shoulder blade fixators.

Analyzing the head neck and shoulder girdle position in the vertical in statics in relation to the model of correct posture in the sagittal plane after vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 manipulations was found that the head position also after manipulation in all group members has remained in retroflexion. The effect of the manipulation is a decreased in retroflexion by 3.05° , which is statistically significant.

Analyzing after vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 manipulation effect on the position of chest upper outlet flexion was found that it has not normalized in any group member, but chest upper outlet flexion in the group has decreased by 1.15° , the decrease is statistically significant. Also posture correction both in the frontal and sagittal plane in head neck shoulder girdle cannot be fully achieved through manipulation induced neural regulation effects and the reduction of neuromuscular regulation disorders. In the examined cases, joint manipulation as neural irritation method causes reflector changes in the muscles involved and creates the preconditions for their effective strength and functional length adjustment with the help of physical loads.

Investigating neuroreflectory effect of the manipulation was examined how the manipulation of selected vertebra C0 - C3 and C6 - TH3 segments could change the mobility of individual rib pairs (3rd, 4th, and 5th) and movement asymmetry, which after neural regulation are located remotely from the manipulated segments. It should be noted that the manipulation in all cases causes an increase in the range of rib mobility along the X axis. From the examined ribs the greatest effect

from the manipulation has gained the left third and fourth rib pair, as shown by the increase in 3rd rib mobility by 0.63 cm and 4th rib mobility by 0.75cm along the X axis.

After C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation the increase of movement range is oversexed in all the examined ribs also along the Y axis. The largest effect from the manipulation have gained right 4th and 5th ribs, the proof of this is the fourth rib mobility increase by 0.41 cm and 5th rib: by 0.35cm along the Y axis.

The analysis of rib movement asymmetry, i.e., the movement range of right and left rib of particular rib pair shows that the small differences observed both before and after the manipulations are not statistically significant. Thus the results show that the vertebral C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation can be used as a reflector, that affects rib movement range both in the horizontal and vertical directions of the sagittal plane, but do not alter the pair of rib motion asymmetry. Therefore, the vertebra C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation can be used as a reflector therapy technique, but the asymmetry of a particular pair of ribs should be removed by eliminating the particular rib motion limiting factor.

Lung vital capacity measurements before and after vertebra C0 - C3 and C6 - TH3 segment manipulation show a statistically significant increase by 0.28 liters. This result also confirms the above mentioned that the manipulations in a reflectory way affect the mobility of the chest.

In order to assess vertebral segment C0 - C3 and C6 - TH3 affect on the investigated parameters, were determined the given parameter changes in relation to the mean value of the given parameter in percentages. This value was called relative weighted value.

Neuromuscular regulation disorder frequency changes in percentages, indicating weighted values in descending order, are as follows:

- neck deep flexors: 90%
- left *m. sternocleidomastoideus*: 45%,
right *m. sternocleidomastoideus*: 40%
- right *m. scalenus*: 40 %, left *m. scalenus*: 35%
- right *m. trapezius* (upper part), left *m. trapezius* (upper part): 5%
- neck extensor muscles: no change - 0 %.

Investigated head and head neck movement range changes in relative weighted values in descending order are as follows:

- head anteflexion: 23.5%
- head neck flexion: 13.7%
- head neck lateroflexion to the right: 13.7%
- head retroflexion: 13.6%

- head neck extension: 6.6%
- head neck lateroflexion to the left 5.8%
- head neck rotation to the left: 5.8%
- head neck rotation to the right: 3.6%.

Investigated muscle maximum static force relative weighted values in descending order are as follows:

- head neck flexor muscles: 36.6%
- head neck lateroflexors to the right and left: 27.2%
- head neck extensor muscles: 25.1%
- head anteflexors: 23.3%.

Investigating head neck and shoulder girdle position in vertical position in statics in relation to the model of correct posture, in a frontal plane assessed parameter change relative weighted values in descending order are as follows:

- head lateroflexion: 71.4%
- shoulder blades upper corners in relation to the horizontal axis: 32%
- shoulder asymmetry in relation to the horizontal axis: 23.5%
- shoulder blade lower corners in relation to the horizontal axis: 13.1%.

Relative weighted values of assessed parameter changes in sagittal plane in descending order:

- head anteflexion: 25.3%,
- upper thoracic outlet flexion position: 6.1%.

Rib pair mobility change relative weighted values along the X and Y axis in descending order:

- | X axis | Y axis |
|------------------------------------|------------------------------------|
| • left 4 th rib: 20.3% | • left 3 rd rib: 17.8% |
| • left 3 rd rib: 17.9% | • right 3 rd rib: 17.6% |
| • right 3 rd rib: 17.2% | • right 5 th rib: 16.7% |
| • left 5 th rib: 16.9% | • right 4 th rib: 16% |
| • right 4 th rib: 16.2% | • left 4 th rib: 13.3% |
| • right 5 th rib: 13.1% | • left 5 th rib: 13% |

After neuroreflexory manipulation has decreased the frequency of neck and thorax front muscle neuromuscular regulation disorders.

In the result of neuroreflexory manipulation has significantly changed the head neck and shoulder girdle position in the vertical position statics with respect to the model of correct posture. Changes are mainly realized in the frontal plane and from posture perspective it means that there is a reduction in the asymmetry of investigated body segments.

Slightly smaller relative weighted change after manipulation was found in investigated muscle maximum statistical strength values.

The smallest relative weighted changes after neuroreflexory manipulations were observed in the ranges of the investigated head and neck movements, as well as in rib pair (3rd, 4th, and 5th) movements in forced respiration cycle.

These manipulations neuroreflexory effect the least has improved body segment mobility, which is physiologically determined as a of soft tissue elastic deformation zone. Obviously, the elastic deformation zone is little dependent on the surrounding tissue neuroreflexory effect.

Much more manipulation affects more efficient operation of muscle contraction-providing mechanisms. This applies both to the movement organization with the help of more efficient involved muscle neuromuscular regulation and to strength realization in tested movement planes.

Functional relationship between particular groups of parameters can be evaluated in terms of closeness, direction and confidence using linear pair correlation matrixes. Allowing for a possible functional connection between rib pair (3rd, 4th, 5th) mobility and head and cervical movements, and neck and neck pectoral muscle maximum static force, these correlations were assessed using linear pairs correlation matrix. Most of the relationship between the studied parameters did not show a reliable correlation, therefore, without analyzing the parameter possible or impossible functional relationships, functional relationships were considered for only those pairs which showed reliable correlative relationships.

From the obtained reliable relationships should be mentioned left 3rd rib mobility inverse reliable correlative relationship to the head neck flexion and extension. Given the fact that the experimental group participants were characterized by the anterior neck deep flexor muscle functional weakness, the condition is associated with atypical head and neck position in the sagittal plane relative to the vertical axis and the thoracic spine vertebrae (Th1 - TH3) being in flexion. Such thoracic spine vertebrae position in turn will evoke upper rib depression. In neuroreflectors this position evokes *m. scalenus* increased tone and can result in the disorders of this muscle neuromuscular regulation. From the correlative relationships can be drawn conclusion that manipulating spine vertebra segments (C0- C3 and C6- TH3) and achieving the normalization of *m. scalenus* neuromuscular regulation, it is possible to change the neck thoracic transitional vertebra (C6 - TH3) position, what may result in changes in the mobility of the 3rd rib. Such physiological response explanation indicates that ribs mobility and head neck flexion and extension is realized through the changes of CNS subcortical structure nuclei activity and, therefore, the relationship should not be analyzed as a two-parameter linear correlation.

Evaluating the tested muscle strength relationship with 3rd, 4th and 5th rib pair motility, it is evident that there is a reliable correlative relationship between the right 4th rib mobility and the strength of the head neck right side lateroflexor muscles. Head neck lateroflexor muscles, i.e. *m. scalenus*, *m. sternocleidomastoideus*, *m. trapezius* (upper part) and *m. longus colli* realize this strength, unilaterally contracting in the movement (Kalnbergs 1971; Van de Graff, Fox 1998; Clemente 2007; Kiblle, Halsey 2009; Parker 2009; Saladin 2012). If with the manipulation in these muscles (C0 - C3 and C6-TH3) is achieved the increase in strength realization, then you can be expected also the increase in the mobility of right 4th rib.

Assessing the relationships between 3rd, 4th and 5th rib pair mobility and vital lung capacity, it was found that the increase of lung vital capacity is connected with the increase of movement range of the right and left 3rd ribs and right 4th rib amount of movement along the Y, therefore in general, the changes in lung volume are more connected with rib "pump like" movements.

The research results as a whole allow analyzing qualitative assessments of the disorders of neural control of movement organization in relation to quantitative assessments of parameters characterizing somatic system. Such analysis in the available literature was not found.

The analysis of functionally weak muscle assessment principles (Васильева, 1996; Walther, 2000; Frost, 20002), the conclusion can be drawn that during static contraction in functionally weak muscles miotatic reflex is inhibited. The analysis of movement organization principles (Бернштейн 1990; Solms, Turnbull 2002), suggests that the place inhibiting this reflex could be brain subcortical structures responsible for any unintentional stereotype movements (Solms, Turnbull 2002). At the same time, from the literature it is known (Васильева 1998), that muscle functional weakness from different levels body structures can evoke "wrong" afferent information. As an adjustable afferent information in this research was chosen for functional disorders of vertebra (C0-C3 and C6-TH3) segments.

Manipulations of these segments result in the normalization of joint functional condition with the adjustment of afferent neural regulation. Performing the manipulations of the chosen segments (C0-C3 and C6-TH3), with qualitative methods was found statistically significant investigated muscle neuromuscular disorder reduction in 90% of cases in the front deep cervical flexor muscles and in 15%-25% of cases in *m.stercoleidomastoideus* and *m. scalenus*. Obviously not renewed functional weakness in these muscles is related to other body structure "wrong" afferent information.

Evaluating parameters characterizing functional state of neck and thoracic spine, as well as the parameters characterizing 3rd, 4th and 5th rib pair mobility, with quantitative methods of measurement were obtained statistically significant changes in investigated parameters, which in vertebra (C0-C3 and C6 -Th3) segments caused the manipulation used.

Consequently, it should be noted that the hypothesis put forward in the Thesis that there is a correlation between the quality of neuromuscular regulation of neck and thoracic spine muscles and 3rd, 4th and 5th rib pair mobility during forced breathing cycle, has been confirmed. In order to found out whether any functional correlations between the 3rd, 4th and 5th rib pair mobility and the parameters characterizing functional state of neck and thoracic spine should be searched for, was carried out correlation analysis of these parameter linear pairs. The analysis of these pair correlation shows that mathematically significant correlative relationships between investigated parameter pairs do not exist. From this analysis it follows that quantitative and qualitative changes in the studied parameters occurring in the affect of the manipulations used should not to be viewed as functionally related, but the relationship should be sought for at the level of movement neural organization.

CONCLUSIONS

1. Neck muscle functional condition tests (head, neck range of motion, neck muscle strength realization in the mode of maximum static contraction, neck muscle neuromuscular regulation disorders) in randomly selected 50 participant group showed that the results are highly dispersed: coefficient of variation of parameters was $\geq 10\%$ and the distribution of parameter values did not meet the normal distribution criteria.
2. In the experimental group the most common neuromuscular disorders were found in m. *sternocleidomastoideus* (70% on the right side, 60%: on the left side) and m. *scalenus* (50% on the right side, 45% on the left side). Neck rotation range in relation to the norm was reduced by the mean value of 10^0 to the right ($81^0 \pm 1.40$) and to the left ($80^0 \pm 2^0$). Cervical flexor strength (68 ± 6 N) is two times smaller than the cervical extensor muscle strength (138 ± 12 N). Head lateroflexion position was in 75% of the cases and the mean value is $1.8^0 \pm 0.5^0$. In the sagittal plane, 100% of participant head was in $15.1^0 \pm 1.4^0$ retroflexion, and upper thoracic outlet was in $19.85^0 \pm 1.2^0$ flexion. Rib pair (3rd, 4th, 5th) movements: the fourth rib pair movement range along the Y axis is the largest and is observed statistically significant ($\alpha \leq 0.05$) motion asymmetry. Lung vital capacity group mean is 5.55 ± 0.09 liters, which corresponds to an average young, medium trained man vital capacity.
3. In the result of reflector irritation:
 - In the investigated muscle groups have decreased neuromuscular control disorders, and the changes are statistically significant ($\alpha \leq 0.05$).
 - In head and neck movements is obtained statistically significant ($\alpha \leq 0.05$) increase in the range of movement.
 - In cervical muscles is found statistically significant ($\alpha \leq 0.05$) increase in strength.
 - The decrease of the deviations from the norm in relation to correct posture model is statistically significant ($\alpha \leq 0.05$).
 - Is obtained a statistically significant increase in the range of rib movements both along the X axis and the Y axis ($\alpha \leq 0.05$).
 - lung vital capacity measurements show a statistically significant ($\alpha \leq 0.05$) increase.
4. Manipulations have caused statistically significant changes in the results in 37 the estimated parameters. The distribution of the relative weighted values of these changes is as follows: neuromuscular regulation disorder reduction - the deep cervical flexor muscles: by

90%, static examination - head lateroflexion: by 71.4%, head neck flexor muscle strength: by 36.6%, static examination - head anteflexion: by 25.3%, head anteflexion movement: by 23.5%, left 4th rib mobility along the X axis: by 20.3% and left 3rd rib mobility along the Y axis: by 17.8%.

5. From the tested 170 pairs of correlative pair relationship Pearson linear correlation coefficient in 163 pairs of cases it is not statistically significant. This indicates that between tested pairs of parameter there are no mathematically significant correlative relationships. From this analysis it follows that statistically significant quantitative and qualitative parameters changes caused by applied manipulation are not mutually functionally connected, but the relationship is to be searched for on the movement neural organization level.

RECOMMENDATIONS FOR SPORTS DOCTORS AND PHYSIOTHERAPISTS

Based on the insights gained in literature sources and the results obtained in the research are developed recommendations for sports doctors and sports physiotherapists:

1. Performing applied kinesiology testing for the detection of muscle neuromuscular regulation disorders muscle strength should be replaced with an informative criterion: assessment of the quality of muscle tonic contractions.
2. Performing applied kinesiology testing for the tested muscle should be assessed all possible factors causing disorders of neuromuscular regulation
3. Performing the improvement of the pattern of movement organization, should be used in a complex set of methods: applied kinesiology tests, manual therapy techniques and muscle physical properties developing methods.
4. Using manual therapy techniques as a response should be assessed whole body adaptation to the condition caused by irritation.
5. Attention should be drawn to the disorders of muscle neuromuscular regulation, significantly affecting the organization of the movement of somatic system, thereby disturbing the realization of optimal motion stereotype.

LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATION

1. Galeja Z., Paeglitis A. DISTURBANCES OF MUSCLES' NEURAL REGULATION IN CONNECTION WITH VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM'S FUNCTIONAL STATE. LASE Journal of Sport Science, 2013, Vol. 4 Nr. 1
2. Paeglitis A., Kukulis I., Eglitis E., Galeja Z. MUSCLE BLOOD SUPPLY DURING PROLONGED STATIC VOLUNTARY CONTRACTIONS. LASE Journal of Sport Science, 2014, Vol. 5 Nr. 1
3. Galeja Z., Paeglitis A., Varpa N., Gavrona U. EFFECT OF VITAMINS, MINERAL SUBSTANCES AND MANUAL MANIPULATIONS OF VERTEBRAL SEGMENTS C0-C3 AND C6-TH3 ON FUNCTIONAL STATE OF CERVICAL AND CERVICO THOROCAL PARTS OF BODY. in publ. LASE Journal of Sport Science
4. Galeja Z., Paeglitis, A. THE CHANGE OF PARAMETERS CHARACTERIZING RESPIRATORY CYCLE AFTER REFLECTOR IRRITATION. in publ. LASE Journal of Sport Science

LIST OF PARTICIPATION IN INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCES

24. Martch 2015

LASE International Conference in Sport Science Presentation: Effect of Vitamins, Mineral Substances and Manual Manipulations of Vertebral Segments C0-C3 and C6-Th3 on Functional State of Cervical and Cervico Thorocral Parts of Body

Riga, Latvia

7. – 9. May 2014.

7th Conference of Baltic Society.

Presentation: Influence of manual manipulation C0-C3 and C6- Th3 to the breathing stereotype

Tartu, Estonia

17. April 2014.

LASE International Conference in Sport Science Presentation: Influence of Manual Manipulations on Vertebral Segments C0-C3 to the functional state of neck region

Riga, Latvia

27. Martch 2014.

6th International Conference of Latvian Academy of Sport Education of Master and PhD students “Theory and practice in sport science”.

Presentation: Factors influencing neuromuscular regulation

Riga, Latvia

23. – 25. April 2013.

6th Conference of Baltic Society.

Presentation: Disturbances of Muscles Neural Regulation in Connection with Vegetative Nervous System’s Functional State

Riga, Latvia

26. – 28. October 2012.

RTTEMA International Scientific Conference

Presentation: Relationship between rib mobility and functional state of neck muscles

Riga, Latvia

18. – 19. April 2012.

5th Conference of Baltic Society.

Presentation: Maximal voluntary contraction force of muscles flexors and extensors in craniocervical region

Kaunas, Lithuania

5. September 2011.

LASE 90th Anniversary International Conference in Sport Science:

Presentation: Strategy of correction of locomotor system.

Riga, Latvia

7.- 9. April 2011.

4th Conference of Baltic Society.

Presentation: Influence of functional state of cervical vertebra on regulation of anterior part of neck muscles

Tartu, Estonia

CURRICULUM VITAE (CV)

PERSONAL DATA

Name, Surname: **Zinta Galeja**

Date of Birth: 03.04.1979

e-mail: zintagaleja@inbox.lv

EDUCATION

- 2011- 2015 Latvian Academy of Sport Education; doctoral study programme in Sport science
- 2004 -2006 Latvian Academy of Sport Education; master study programme, pedagogy master academic degree in Sport science
- 1997-2002 Latvian Academy of Sport Education; bachelor study programme, pedagogy bachelor degree in Sport science, education and sport specialist, qualification of physiotherapeut
- 1994- 1997 Varaklani Secondary school

PROFESSIONAL WORK EXPERIENCE:

- 2011- up to now Lecturer in Latvian Academy of Sport Education
- 2010- up to now Gust lecturer in Jāzeps Vītols Latvian Academy of Music
- 2002- 2011 Guest lecturer in Latvian Academy of Sport Education
- 2005 -2009 Education methodologist, Riga Secondary school Nr 84 structural unit
- 2001-2010 Teacher of Physical development, RigaNursery school Nr 229

SCIENTIFIC RESEARCH WORK :

Participation from 21.03.2013. - 31.12.2013 IZM 2013 state budget progr. 09.00.00. „Sport”, subprogram. 09.21.00. „High level achievement sport” „Impact of mineral substance concentration on vegetative NS and muscle neuromuscular regulation and regeneration of physical abilities of high class sportsmen.”

Participation from 06.01.2015 - up to now LOK Pilot Project ” Sporto visa klase”

EDUCATIONAL EXPERIENCE (*During last 6 years*):

Conducted bachelor - 12

Developed study courses - 4

Study course annotations and descriptions:

Basics of physiotherapy 1,2 (Study programme "Physiotherapeut")

Therapeutical exercise (Study programme "Physiotherapeut")

Remedial exercise (Study programme "Sport science")

ADDITIONAL INFORMATION ABOUT PROFESSIONAL PERFORMANCE:

Member of Latvian Association of physiotherpeuts

Promocijas darba kopsavilkums

Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija
Latviešu un angļu valodā
Rīga –2015

© Galeja, 2015

Darbs tiek publicēts ar LSPA prorektora atļauju 2015.gada 1.jūnijā
Par izdevumu atbild Z.Galeja

Parakstīts iespiešanai 2015.gada 1. jūnijā
5,4 iesp.loksnes. Metiens 60 eks. Pasūtījums Nr.
Iespiests Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmijā
Brīvības gatvē 333, Rīga, LV - 1006