

**LIETUVOS SPORTO UNIVERSITETAS
SPORTO BIOMEDICINOS FAKULTETAS**

KINEZITERAPIJOS STUDIJŲ PROGRAMA

ARMINAS PETRAUSKAS

**NEURORAUMENINĖS TRENIRUOČIŲ PROGRAMOS EFEKTYVUMAS GERINANT
RANKININKŲ ČIURNOS SĄNARIO STABILUMĄ**

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė: doc. dr. Vilma Dudonienė

KAUNAS 2013

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas (*pavadinimas*).....

1. Yra atliktas mano paties/pačios;
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje;
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

.....
(*data*)

.....
(*autoriaus vardas pavardė*)

.....
(*parašas*)

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

.....
(*data*)

.....
(*autoriaus vardas, pavardė*)

.....
(*parašas*)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADOS DĖL DARBO GYNIMO

.....
(*data*)

.....
(*vadovo vardas, pavardė*)

.....
(*parašas*)

Magistro baigiamasis darbas aprobuotas studijų programos komitete:

.....
(*aprobacijos data*)

.....
(*Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė*)

.....
(*parašas*)

Magistro baigiamasis darbas yra patalpintas i ETD IS
(*Gynimo komisijos sekretorės/iaus parašas*)

Magistro baigiamojo darbo recenzentas:

.....
(*vardas, pavardė*)

.....
(*Gynimo komisijos sekretorės/iaus parašas*)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

.....
(*data*)

.....
(*Gynimo komisijos sekretorės/iaus vardas, pavardė*)

.....
(*parašas*)

TURINYS

SANTRUMPOS	4
SANTRAUKA	5
SUMMARY	7
ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA	10
1.1. Čiurnos sąnario anatomiciniai ypatumai	10
1.2. Čiurnos traumos ir pažeidimai	15
1.3. Čiurnos sąnario nestabilumas	18
1.4. Čiurnos stabilumo sąsaja su pusiausvyra	20
1.5. Neuroraumeninė treniruotė	24
2. TYRIMO METODIKA IR ORGANIZAVIMAS	28
2.1. Tiriamieji	28
2.2. Tyrimo metodai	29
2.3. Tyrimo organizavimas	31
3. TYRIMO REZULTATAI	34
3.1. Modifikuotas žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas	34
3.2. Šuolių aštuoniuke testas	37
3.3. Viena koja šokinėjimo kursas	38
4. REZULTATŲ APTARIMAS	40
IŠVADOS	43
LITERATŪRA	44

SANTRUMPOS

LČSN – lėtinis čiurnos sąnario nestabilumas

FČSN – funkcinis čiurnos sąnario nestabilumas

MČSN – mechaninis čiurnos sąnario nestabilumas

NRT – neuroraumeninė treniruotė

NRTP – neuroraumeninė treniruočių programa

NEURORAUMENINĖS TRENIRUOČIŲ PROGRAMOS EFEKTYVUMAS GERINANT RANKININKŲ ČIURNOS SĄNARIO STABILUMĄ

SANTRAUKA

Raktiniai žodžiai: neuroraumeninė treniruotė, čiurnos stabilumas, rankininkai.

Tyrimo objektas: rankininkų čiurnos sąnario stabilumas.

Tyrimo problema: Sportininkai dažnai patiria kelio sąnario ir čiurnos traumas. Todėl yra labai svarbi jų prevencija. Čiurnos traumos ypač dažnos tarp rankininkų. Vienas iš šių traumų prevencijos būdų yra neuroraumeninės treniruotės.

Tyrimo tikslas: Nustatyti neuroraumeninės treniruočių programos efektyvumą gerinant rankininkų čiurnos sąnario stabilumą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti įprastinių treniruočių poveikį rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.
2. Nustatyti neuroraumeninės treniruočių programos poveikį rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.
3. Palyginti neuroraumeninės treniruočių programos ir įprastinių treniruočių poveikį čiurnos sąnario stabilumui.

Tyrimo hipotezė: Manome, kad neuroraumeninė treniruočių programa trunkanti 6 savaites kartu su įprastinėm rankinio treniruotėm, turėtų labiau pagerinti rankininkų čiurnos sąnario stabilumą, nei vien tik įprastinės rankinio treniruotės.

Tyrimo metodai ir organizavimas: Tyrimas buvo atliktas sporto mokykloje „Gaja“ 2012–2013 metais, gruodžio – sausio mėnesiais. Tyrime dalyvavo 20 tiriamųjų (rankininkų). Tiriamieji atsitiktinės atrankos būdu buvo suskirstyti į dvi grupes: tiriamąją ir kontrolinę. Kontrolinei grupei (n=10) buvo pravedamos įprastinės rankinio treniruotės, kurių metodiką parenka treneris. Treniruotės vyko 4 – 5 kartus per savaitę, o tiriamajai grupei buvo pravedamos įprastinės rankinio treniruotės 2 – 3 kartus per savaitę ir neuroraumeninės treniruotės, kurios buvo vykdomos 6 savaites, 2 kartus per savaitę. Testavimai buvo atlikti du kartus, prieš pradedant vykdyti neuroraumenines treniruotes ir praėjus 6 savaitėms. Tiriamųjų atrankos kriterijus – tiriamieji negalėjo būti patyrę apatinės galūnės traumų, vienerių metų laikotarpyje. Visų tyrime dalyvavusių rankininkų čiurnos stabilumas testavimo metu buvo vertinamas „Y“ pusiausvyros testu (modifikuotu žvaigždės nuokrypio testu), šuolių aštuoniuke testu, šokinėjimo viena koja testu.

Išvados:

1. Įprastinės treniruotės neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio čiurnos sąnario stabilumui.
2. Neuroraumeninė treniruočių programa statistiškai reikšmingai pagerino čiurnos sąnario stabilumą.
3. Neuroraumeninė treniruočių programa yra efektyvesnė lyginant su įprastinėm treniruotėm gerinant čiurnos sąnario stabilumą.

THE EFFECT OF NEUROMUSCULAR TRAINING PROGRAM ON THE STABILITY OF ANKLE JOINT IN HANDBALL PLAYERS

SUMMARY

Key words: neuromuscular training, ankle stability, handball players.

Research object: handball players' ankle stability.

Research problem: Knee and ankle injuries are common in athletes, thus their prevention is very important. Ankle injuries are common in handball players. One of prevention methods is neuromuscular training.

Research purpose: To determine the effect of neuromuscular training program on the stability of ankle joint in handball players.

Research goals:

1. To determine the effect of usual workouts on the ankle stability in handball players.
2. To determine the effect of neuromuscular training program on the ankle stability in handball players.
3. To compare efficiency of neuromuscular training program and usual workouts on the ankle stability.

Research hypothesis: We hypothesize that neuromuscular training program, lasting for 6 weeks will improve the ankle stability in handball players.

Research methods and organization: Research was carried out in December – January, 2012 – 2013 at sports school „Gaja“. 20 handball players participated in the study. Subjects were randomly divided into two groups: investigation and control. Control group (n=10) received usual workouts 4 – 5 times a week, investigative – usual workouts 2 – 3 times a week and extra neuromuscular trainings which lasted for 6 weeks, 2 times a week. Testing was done twice, before intervention and after 6 weeks. Inclusion criteria – subjects had not experienced lower limb injuries in a one-year period. Ankle stability was evaluated using: Y balance test, hop test and single limb hopping test.

Conclusions:

1. Usual handball workouts had insignificant effect on the ankle stability.
2. Neuromuscular training program significantly improved ankle stability in handball players.
3. Neuromuscular training program is more effective to compare to usual handball workouts in improving ankle stability.

IVADAS

Žmogaus pėda ir čiurna išlaiko kūno svorį, todėl ji turi būti tvirta ir nepriekaištingai veikianti. Pėdą sudarantys sąnariai yra atsakingi už tiesioginį svorio gavimą ir jėgos absorbciją. Einant, bėgant, šokinėjant pėda susilpnina kūno svorio jėgą (Hertel, 2002).

Čiurnos sužalojimų paplitimas sudaro 25 – 35 proc. tarp visų sužalojimų, susijusių su fizine veikla. Iš jų net 75–85 proc. sudaro raiščių pažeidimai (Morrison & Kaminski, 2007), o 85–95 proc. – blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimai (Hubbard et al., 2007). Visa tai lemia ne tik ilgalaikį nedarbingumą, bet ir fizinio aktyvumo ribojimą. Pažeidus daugiau nei 40 proc. blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pablogėja pusiausvyra (Morrison & Kaminski, 2007). Nustatyta, kad po ūmių blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimų, lėtinis čiurnos nestabilumas išsivysto 20–40 proc. atvejų, o patyrus šoninį čiurnos raiščių 2 ar 3 laipsnio pažeidimą 40–75 proc. atvejų (Wikstrom et al., 2009).

Dažniausiai pažeidžiami yra raiščiai, sausgyslės arba raumenys. Raiščiai laiko mūsų kaulus anatominėje padėtyje, o nutrūksta, kai yra veikiami didele jėga. Raumenys patempiami veikiant išorinei jėgai. Sausgyslės gali nutrūkti raumeniui susitraukiant arba atsipalaiduojant (Adirim & Cheng, 2003). Pėdai kryptelėjus į šoną dažniausiai pažeidžiami čiurnos raiščiai. Labiau pažeidžiami šoniniai čiurnos raiščiai. Teigiama, kad dėl prastos pusiausvyros atsiranda didesnė apatinių galūnių traumų rizika. Naudojant žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testą galima nustatyti apatinių galūnių dinaminę pusiausvyrą, prognozuoti apatinės galūnės traumos riziką (McKeon et al., 2008a). Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testo taikymas gali būti puiki priemonė norint išvengti apatinių galūnių traumų (Filipa et al., 2010).

Šuolių aštuoniuke testas, tai vienas jautriausių funkcinio testų, kurio pagalba nustatomas čiurnos nestabilumas, taip pat puiki priemonė vertinant asimetriją tarp pažeistos ir sveikos apatinės galūnės (Caffrey et al., 2009).

Viena koja šokinėjimo kursas, šis testas įvertina tiriamojo gebėjimą išlaikyti pusiausvyrą ant vienos kojos, bei pėdos prisitaikymą prie skirtingo pasvirimo kampo paviršiaus. Testas gali būti atliekamas, kaip kriterijus norint nustatyti sugrįžimą į aktyvią sportinę veiklą (Docherty et al., 2005).

Traumų prevencijai yra taikomos įvairios pratimų programos, viena jų neuroraumeninė treniruočių programa (Plisky et al., 2006).

Neuroraumeninę treniruotę sudaro statinės ir dinaminės pusiausvyros lavinimo pratimai, propriocepcijos gerinimo, jėgos, pliometriniai, bei pratimai specializuoti tam tikrai sporto šakai (Panics et al., 2008). Nustatyta, kad neuroraumeninės treniruočių programos padeda sumažinti apatinių galūnių traumų riziką (Myer et al., 2008). Neuroraumeninėmis treniruotėmis siekiama

sumažinti sužalojimų riziką, didesnis dėmesys sutelkiamas masės centro kontrolei (Zazulak et al., 2007).

Tyrimo hipotezė: Manome, kad neuroraumeninė treniruočių programa trunkanti 6 savaites kartu su įprastinėm treniruotėm, turėtų labiau pagerinti rankininkų čiurnos sąnario stabilumą, nei vien tik įprastinės treniruotės.

Tyrimo tikslas: Nustatyti neuroraumeninės treniruočių programos efektyvumą rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti įprastinių treniruočių poveikį rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.
2. Nustatyti neuroraumeninės treniruočių programos poveikį rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.
3. Palyginti neuroraumeninės treniruočių programos ir įprastinių treniruočių poveikį rankininkų čiurnos sąnario stabilumui.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Čiurnos sąnario anatomiciniai ypatumai

Čiurnakaulius sudaro septyni mišrieji kaulai, – šokikaulis, kulnakaulis, kubakaulis, laivakaulis ir trys pleištukai (Tamašauskas ir Stropus, 2003): vidinis pleištukas, tarpinis pleištukas, šoninis pleištukas ir kubakaulis. Pėdos griaučiai jungiasi su blauzda kampu, didžiąją jos dalį sudaro čiurnos kaulai, kurie išsidėstę nevienoje plokštumoje. Čiurnos kaulai ir padikauliai atremia kūno svorį, o kojos pirštai yra trumpi, jie dalyvauja lokomocijoje ir gali atlikti mažus sugriebimo judesius (Česnys, 2002).

Šokikaulis - tai antras pagal dydį čiurnos kaulas, jungiantis blauzdos kaulus su kitais pėdos kaulais ir gulintis virš kulnakaulio. Šokikaulio kūnas yra netaisyklingos kubo formos. Žemiau vidinio kulkšninio paviršiaus medialine kūno siena yra gruoblėta, joje yra kraujagyslių angų. Šoninio paviršiaus apačioje iškyla šoninė šokikaulio anga. Užpakalinis kūno paviršius ištįsta į užpakalinę šokikaulio ataugą, per kurią įstrižai leidžiasi kojos nykščio lenkiamojo raumens vaga. Vagą apriboja vidinis gumburėlis ir šoninis gumburėlis. Apatinis kūno paviršius remiasi į kulnakaulį (Česnys, 2002).

Kulnakaulis - tai pats didžiausias, žemyn ir atgal atsikišęs čiurnos kaulas, netaisyklingo kubo pavidalo. Jo išilginė ašis pakrypusi į priekį, į viršų ir šiek tiek į šoną. Kaulo viršutinis paviršius pats sudėtingiausias. Prieš jį įstrižai driekiasi kulnakaulio vaga, kuri su tokia pačia šokikaulio vaga sudaro čiurnos antį. Priekinis paviršius mažiausias, jį visą užima įdubęs kubakaulinis sąnarinis paviršius, kuris susineria su bendravardžiu kaulu (Česnys, 2002).

Laivakaulis yra visai prieš šokikaulį ir primena šonu gulintį laivą, kurio įdubęs proksimalinis paviršius susineria su šokikaulio galva. Vidinis kaulo paviršius ištįsta į laivakaulio šiurkštumą, prie kurios tvirtinasi priekinio blauzdos raumens sausgyslė (Česnys, 2002).

Pleištukai ir kubakaulis sudaro distalinę čiurnos kaulų eilę. Jie yra trys ir iš tikrųjų pleišto formos: plati kaulo dalis laipsniškai pereina į siaurą ir aštrią dalį. Visi jie guli prieš laivakaulį, o distaliniu galu jungiasi su padikauliais (Česnys, 2002).

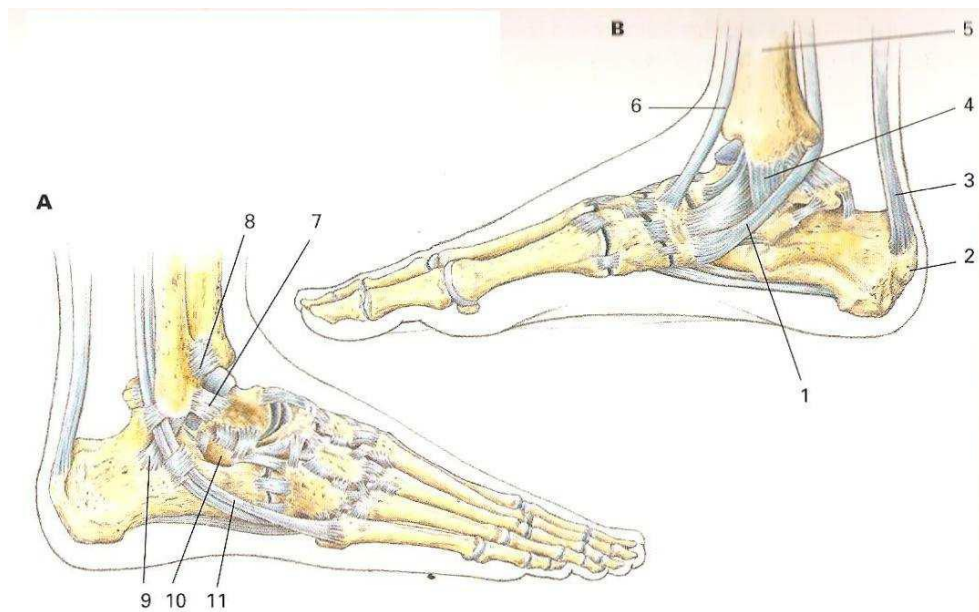
Kubakaulis iš šono užbaigia distalinę čiurnos kaulų eilę ir yra netaisyklingo kubo pavidalo (Česnys, 2002).

Padikauliai, tai penki ilgieji kaulai, sudarantys pado kaulinį pamatą ir jungiantys čiurną su pirštais. Galvų šonai tarytum suploti, prie jų tvirtinasi raiščiai (Česnys, 2002).

Čiurniniai sąnariai sudaro sąnarių kompleksą tarp didžiųjų čiurnos kaulų. Skiriami pašokikaulinis sąnarys, šokikaulinis laivakaulio ir kulnakaulinis kubakaulio sąnariai. Per šiuos sąnarius galima pajudinti tolimąją pėdos dalį apie tris ašis, tačiau labai nedidelėmis amplitudėmis.

Čiurniniai padikaulių sąnariai jungia pleištukus ir kubakaulį su padikaulių pamatais. Čiurnos kaulų sąnarius tvirtina daugybė trumpų ir stambių raiščių (Tamašauskas ir Stropus, 2003).

Tvirti ir gausūs čiurnos raiščiai eina įvairiomis kryptimis, surišdami gretimuosius kaulus. Skiriami tarpkauliniai, nugariniai ir padiniai čiurnos raiščiai. Tarpkaulinis šokikaulinis kulnakaolio raištis užpildo čiurnos antį. Tarpkaulinis pleištukinis kubakaulio raištis ir tarppleištukiniai tarpkauliniai raiščiai jungia atitinkamus kaulų šonus. Dvišakinis raištis tvirtai sujungia čiurnos vidurį. Padinis kulnakaulinis kubakaulio raištis ir padinis kulnakaulinis laivakaolio raištis sustiprina iš apačios skersinį čiurnos sąnarį. Padiniai pleištukiniai laivakaolio raiščiai, kubakaulinis laivakaolio raištis, tarpleištukiniai raiščiai, pleištukinis kubakaulio raištis yra platūs ir tvirti, kurie padeda išlaikyti pėdai išgaubtą skliautinę formą (Pavilionis ir kt., 1972) (1 pav.).



1 pav. Čiurna: A – vaizdas iš šono; B – vaizdas iš vidinės pusės; 1 – užpakalinė blauzdikaulio sausgyslė; 2 – kulnakaulis; 3 – Achilo sausgyslė; 4 – deltinis raištis; 5 – blauzdikaulis; 6 – priekinė blauzdikaulio sausgyslė; 7 – priekinis šokikaulinis šėvikaulio raištis; 8 – sindesmozė; 9 – kulnakaulinis šėvikaulio raištis; 10 – čiurnos antis; 11 – šėvikaulio sausgyslė (Peterson, 2001).

Tarpčiurnikaolinių ir čiurninių padikaulių sąnarių mechanika. Užpakalinė čiurnos dalis dėl sąnarių aplink šokikaulį yra paslanki ir atlieka įvairius judesius einant. Nepaslankūs yra čiurniniai padikaulių, ypač II – IV, sąnariai. V ir ypač I padikaulis yra šiek tiek laisvi (Pavilionis ir kt., 1972).

Skersinis čiurnos sąnarys sudarytas iš šokikaulio ir kulnakaolio sąnario. Dvišakinis raištis jungia kulnakaulį su laivakaoliu ir kubakauliu. Perpjovus šį raištį lengva atidalyti distalinę pėdos dalį (Pavilionis ir kt., 1972).

Achilo sausgyslė žmogui yra labai svarbi. Šuolio metu, atsispiriant, pėdos priekinė dalis gali spausti atramą 400 kg jėga. Šis taškas nuo sąnario ašies nutolęs apie 20 cm, o sausgyslė prisitvirtinusi kitoje sąnario ašies pusėje (Dadelienė, 2008).

Pėda atsakinga už judėjimą. Normali pėda į pagrindą remiasi keliais taškais: užpakalyje – kulnakaolio gumburu, priekyje – kojos nykščio ir mažylis piršto padikaulių galvomis. Visi čiurnakauliai ir padikauliai sudaro du pėdos skliautus – išilginį ir skersinį. Išilginį skliautą apibūdina pėdos atramos taškai, o skersinis yra asimetriškas. Veikiant svorio jėgai, kai nusilpsta raiščiai ir pėdos raumenys, pėdos kaulai nusileidžia ir prasideda plokščiapadystė. Netinkama avalynė, esant įgimtam pėdos raiščių silpnumui, gali skatinti plokščiapadystę (Tamašauskas ir Stropus, 2003).

Plokščios pėdos sandarą išlaiko trumpi, stiprūs padiniai raiščiai, ypač dvišakis raištis. Jis prasideda plačiu pamatu nuo kulnakaolio ir suskyla į du raiščius – kulnakaulinį laivakaolio raištį ir kulnakaulinį kubakaolio raištį. Perpjovus šį raištį, pėdos sandara išyra (Tamašauskas ir Stropus, 2003).

Pėdos skliautą suformuoja ir palaiko raiščiai, iš kurių didžiausias krūvis tenka plantariniams raiščiams. Išsigaubusį skliautą išlaikyti padeda blauzdos ilgieji ir pėdos padiniai raumenys. Sveikos ir nenuvargusios pėdos raumenynas reaguoja į krūvį įtampos padidėjimu, ir dėl to slegiamas pėdos skliauto gaubtumas ne sumažėja, o padidėja (Stropus ir kt., 2005).

Stovėjimas yra tokia kūno laikysena, kurios metu svorio centro vertikali projekcija pataiko į atramos plotą žemėje. Tiesiai stovint, svorio centro projekcijos vertikale eina už klubo sąnarių skersinės ašies. Pėdos sąnariai dėl tvirtų raiščių pasyviai palaiko pėdos skliautinę formą. Blauzdinis čiurnos sąnarys gali būti fiksuotas tik atitinkamų raumenų įtampos dėka, nes šis sąnarys stovint yra judesio pusinėje būklėje (Stropus ir kt., 2005). Statinėje pusiausvyros padėtyje apie 50 proc. krūvio atlaiko kulnas, likusi krūvio dalis 50 proc. tenka padikaulių galvoms, o pirmojo padikaulio galvai net dvigubai daugiau nei kitoms (Herttel, 2002).

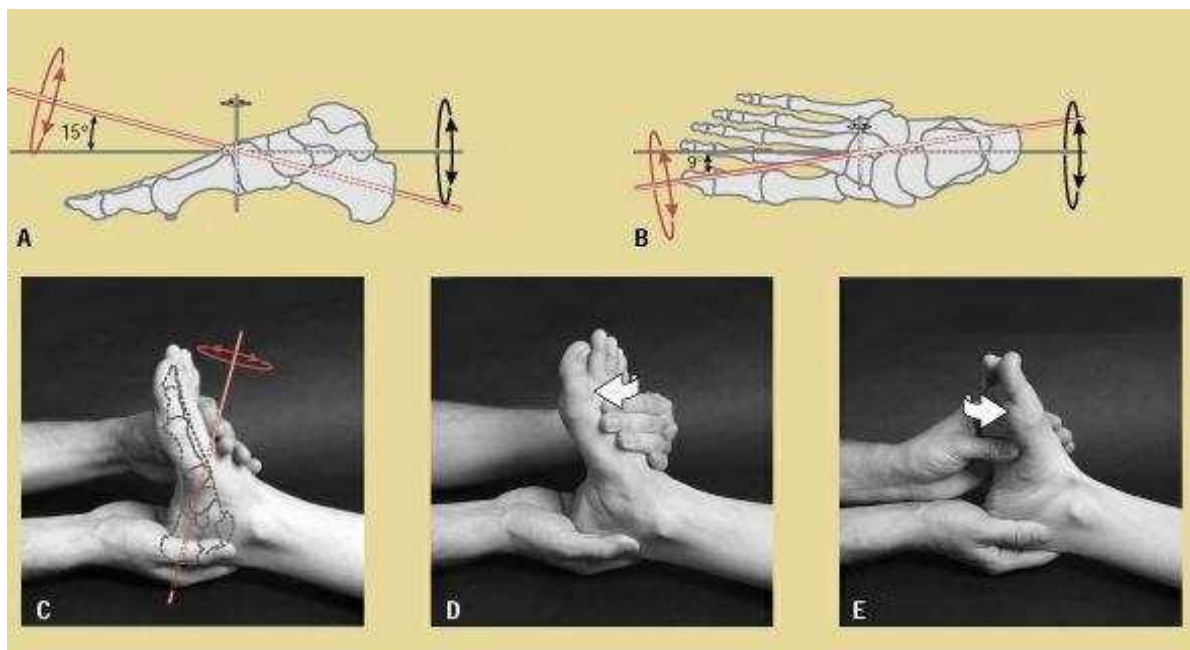
Ėjimo metu, pėdos kontaktas su žeme trunka tik kelias sekundes. Pirmiausiai pagrindas liečiamas kulnu, o priekinė pėdos dalis pakyla, paskui liečiama visa pėda. Dėl pado skliautinės formos, vidurinė pėdos dalis liečia pagrindą savo šoniniu paviršiumi. Kulno pakėlimo metu, o kartu ir vidurinei pėdos daliai kylant į viršų, svoris pereina į priekines pėdos dalis: padikaulių galvas, o vėliau ir į pirštus (Neumann, 2002).

Einant, paprastai atliekamas apie 10 laipsnių pėdos tiesimas ir apie 25 laipsnių lenkimas. Čiurnos judesiai einant priklauso nuo avalynės bei ėjimo greičio (Neumann, 2002).

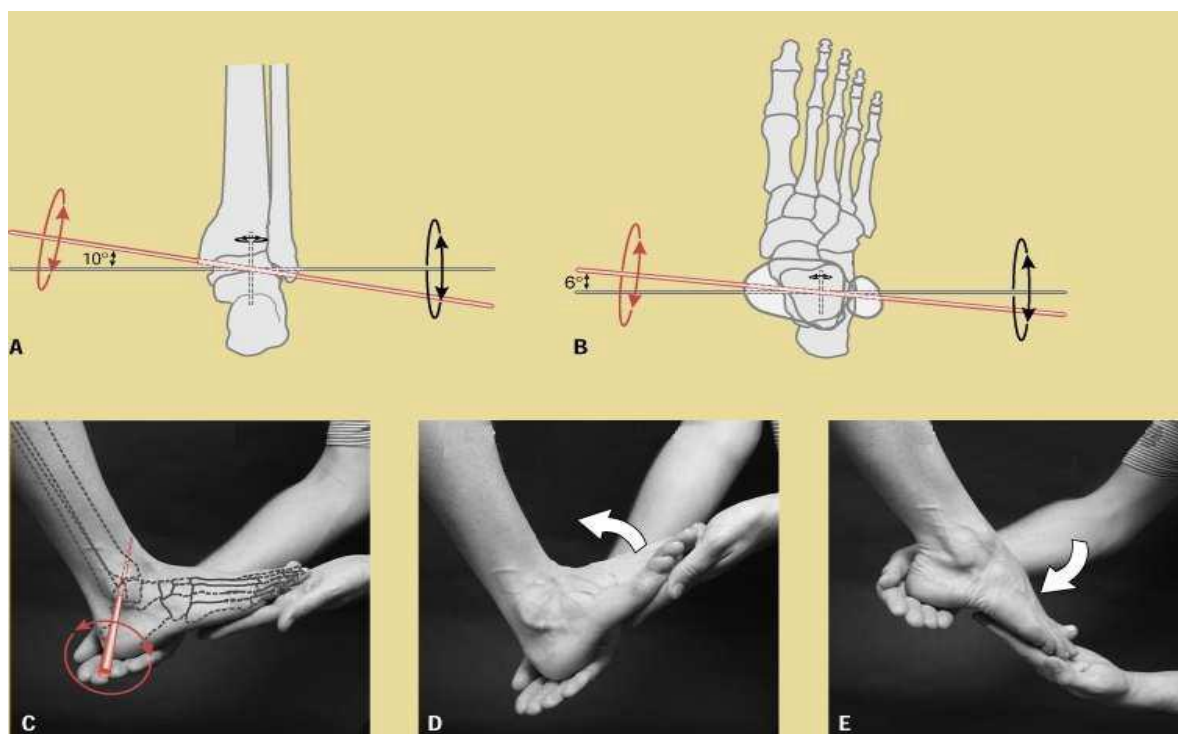
Apie sagitalinę čiurnos sąnario ašį atliekamas pado sukimas į vidų ir į išorę po 25 laipsnius (2 pav.). Apie skersinę ašį – atliekamas lenkimas ir tiesimas apie 50 laipsnių (3 pav.). Apie vertikaliąją ašį atliekama 30 laipsnių pėdos pritraukimas ir 15 laipsnių atitraukimas (4 pav; 5 pav). (Neumann, 2002).

Pėdos rotacija į išorę yra labiausiai paplitęs lūžių mechanizmas. Sudaro apie 40 – 70 proc. visų čiurnos kaulų lūžių. Šio mechanizmo metu taip pat gali būti pažeidžiami arba nutraukiami priekiniai raiščiai (Okanobo et al., 2012).

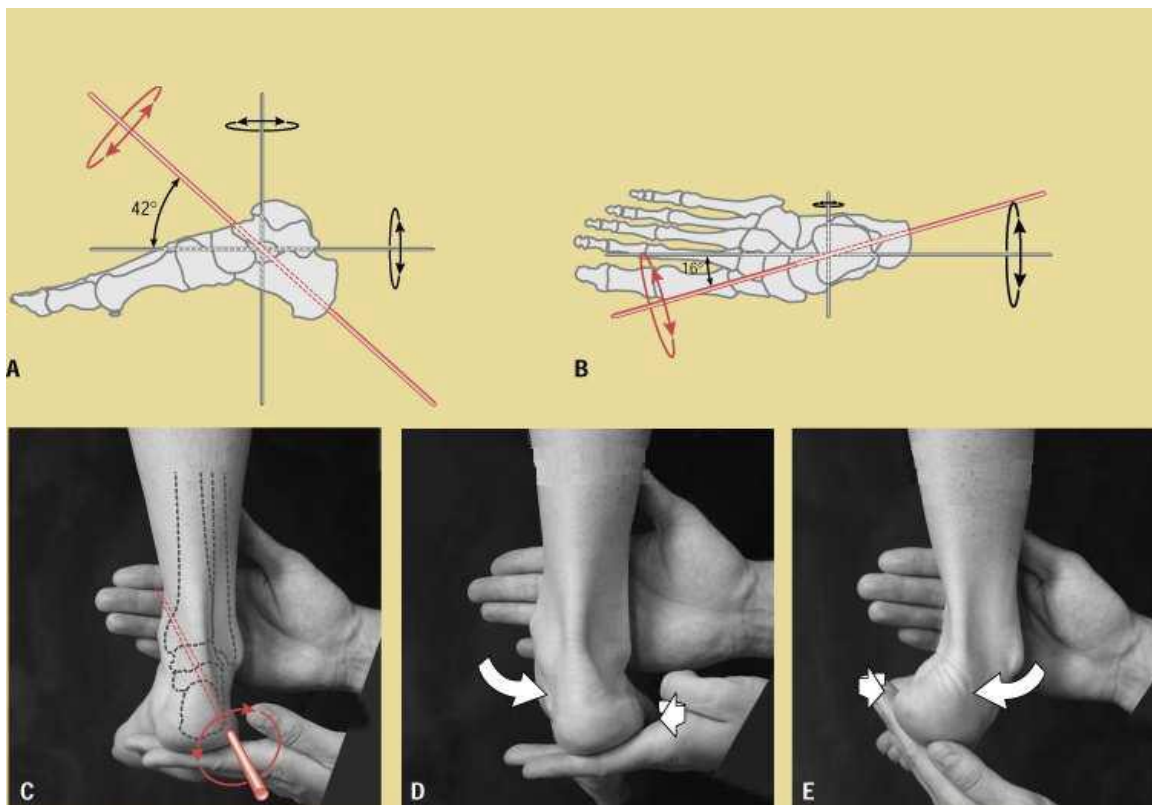
Tiesimo metu čiurna yra stabiliausioje padėtyje, kadangi visi raiščiai, supantys sąnarį, yra įtempti. O lenkimo metu – nestabiliausia, nes šoniniai raiščiai yra atpalaiduoti. Norint, kad žmogus eitų tasyklingai, pėdos tiesimas turėtų būti apie 10° , o lenkimas apie 25° (Neumann, 2002).



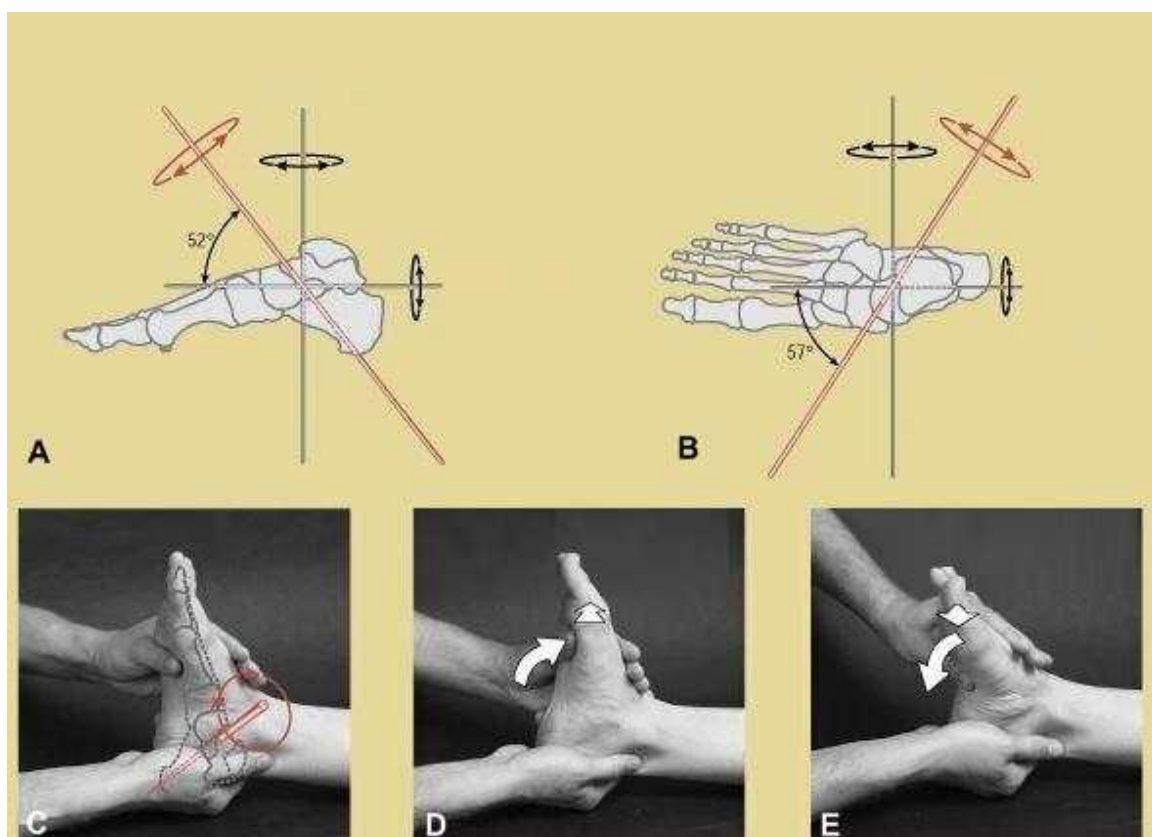
2 pav. Pėdos judesiai apie sagitalę ašį: A – vaizdas iš šono; B – vaizdas iš viršaus; C – neutrali pėdos padėtis; D – pėdos rotacija į išorę; E – pėdos rotacija į vidų (Neumann, 2002).



3 pav. Pėdos judesiai apie skersinę ašį: A – vaizdas iš nugaros; B – vaizdas iš viršaus; C – neutrali pėdos padėtis; D – pėdos tiesimas; E – pėdos lenkimas (Neumann, 2002.)



4 pav. Pėdos judesiai apie vertikale ašį: A – vaizdas iš nugaros; B – vaizdas iš viršaus; C – neutrali pėdos padėtis; D – pėdos atitraukimas su eversija; E – pėdos pritraukimas su inversija (Neumann, 2002).



5 pav. Pėdos judesiai apie vertikale ašį: A – vaizdas iš šono; B – vaizdas iš viršaus; C – neutrali pėdos padėtis; D – pėdos tiesimas su atitraukimu; E – pėdos lenkimas su pritraukimu (Neumann, 2002)

1.2. Čiurnos traumos ir pažeidimai

Traumos yra audinių vientisumo pažeidimas dėl išorinio poveikio, jos gali būti tiek kaulinio, tiek minkštųjų audinių. Čiurnos traumos yra priskiriamos prie minkštųjų audinių traumų ir jos gali būti makro arba mikro traumos. Makrotraumos atsiranda dėl netikėtos staigios perkrovos, netikėtai pasikeitus kūno padėčiai, įvykus kontaktui. Mikrotraumos atsiranda dėl daugkartinio beveik didžiausio perkrovimo. Traumas visada lydi skausmas (Stasiulevičius ir Garbaliauskas, 2007).

Traumos gali būti ūmios ir lėtinės. Ūmi – tai vienkartinė audinių perkrova dėl netaisyklingos biomechaninės padėties arba kontakto. Tai raumenų, sausgyslių, raiščių patempimai, įtrūkimai, nutraukimai, sąnarių išnirimai, kaulų lūžiai, žaizdos. Lėtinė – tai ilgalaikė, besikartojanti audinių perkrova, dėl netinkamų arba netaisyklingai biomechanškai atliekamų fizinių pratimų, neigiamo aplinkos poveikio, nuovargio. Pasireiškia uždegimais, patinimais, skausmais, liguista savijauta, prastu judesio atlikimu (Stasiulevičius ir Garbaliauskas, 2007).

Dažniausiai traumuojamos kojos, jų traumas sudaro 80 proc. visų traumų. Iš jų daugiau kaip 50 proc. sudaro kelio sąnario traumos, ir apie 30 proc. klubo ir čiurnos sąnario traumos (Dadelienė, 2006). Ūmios kojų traumos, ypač darančios poveikį kulkšnies ir kelio sąnariams yra dažnos komandiniuose sportuose, tame tarpe ir rankiniui (Hinton et al., 2005).

Čiurnos traumos – viena iš labiausiai paplitusių traumų susijusių su sportine veikla. 85 proc. pažeidimų sudaro kulkšnies traumos, iš jų 85 proc. traumų yra susijusių su šoniniais raiščiais. Nustatyta, kad pasikartojančios čiurnos traumos sukelia raumenų silpnumą ir mechaninius sutrikimus (Yildiz et al., 2003). Norint sugrįžti į sportinę veiklą, po čiurnos sąnario traumų atliekami pratimai gerinantys propriocepciją, pusiausvyrą, funkcinis gebėjimus (Yildiz et al., 2009).

Šeši iš septynių tyrimų rodo, kad pusiausvyros pratimų taikymas tam tikrom specifinėm sporto šakoms, tame tarpe ir rankininkam sumažina sportinių traumų atsiradimą (Schneider et al., 2006; Hubscher et al., 2010). Tyrimo rezultatai rodo, kad pusiausvyros lavinimas yra veiksmingas norint sumažinti kulkšnies patempimus, rizika sumažėja 36 proc. (Schneider et al., 2006).

Čiurnos traumos yra dažniausiai pasitaikančios traumos klinikinėje praktikoje. Pažeidimas paprastai būna nesudėtingas, bet labai svarbu yra ankstyvas gydymas, kadangi, pavėluota gydymo eiga gali turėti įtakos netaisyklingai eisenai, ko pasekoje atsiranda kitos problemos. Vertinant pažeidimų mechanizmą reikia gerai žinoti sąnario anatomiją. Ūmių kulkšnies patempimų gydymas priklauso nuo padarytos traumos sunkumo. Aktualiausia yra šoninių raiščių trauma, kurie atsakingi už sąnario stabilumą. Buvo nustatyta, kad gydant I ir II laipsnio patempimus konservatyviu būdu

yra vienodai veiksmingas lyginant su chirurginiu gydymu. Chirurginis gydymas taikomas tais atvejais, kai atsiranda lėtinis funkcinis nestabilumas (Moreira & Antunes, 2008).

Nustatyta, kad moterys sportininkės 4 - 6 kartus dažniau patiria čiurnos sąnario traumas nei vyrai sportininkai (Myer et al., 2007).

Blauzdinio pėdos sąnario sužalojimų paplitimas sudaro 25–35 proc. (Hubbard et al., 2007). Čiurnos raiščių pažeidimai sudaro maždaug 75–85 proc. visų kojos srities sužalojimų (Morrison and Kaminski, 2007). Esant blauzdiniam pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimui, pažeidžiami priekinis šokikaulinis šėivikaulio raištis, kulnikaulinis šėivikaulio raištis bei užpakalinis šokikaulinis šėivikaulio raištis (Stropus ir kt., 2005). Tarp visų čiurnos raiščių pažeidimų atvejų, blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimai sudaro 85–95 proc. (Eechaute et al., 2007). Dažniausia pažeidimai yra tarp labai aktyvių žmonių (Hartel et al., 2006).

Vidinio pažeidimo metu pažeidžiamas stipriausias blauzdinio pėdos sąnario deltoidinis raištis. Kadangi šis raištis yra stiprus, pažeidimai pasitaiko retai (Gribble et al., 2007).

Sindesmozės metu pažeidžiami priekinio ir užpakalinio blauzdikaulio šėivikaulio raiščiai. Sindezmozė atsiranda esant stipriam pėdos tiesimui, blauzdos vidinei rotacijai arba esant pėdos išoriniam sukimui kai koja atremta (Morrison & Kaminski, 2007).

Raiščių pažeidimai skirstomi į tris laipsnius (Eechaute et al., 2007):

I laipsnio raiščių pažeidimams būdinga: skausmas, padidėjęs sąnario jautrumas, minimalus pažeistos vietos patinimas, o judėjimas paprastai normalus. Sąnarys stabilus.

II laipsnio raiščių pažeidimams būdinga: skausmas, žymiai padidėjęs sąnario jautrumas, tinimas, hematoma. Daliniai įplyšimai, jaučiamas nestabilumas.

III laipsnio raiščių pažeidimams būdinga: stiprus skausmas, didelis tinimas, hematoma, sutrikęs judėjimas. Plyšęs raištis, atsiranda ryškus nestabilumas, galimos deformacijos.

Epidemiologiniai tyrimai parodė, kad sportinės ir poilsio traumos yra pagrindinės visuomenės sveikatos problemos daugelyje išsivysčiusių šalių (Knowles et al., 2007). Dažniausios sportinės traumos yra kelio ir kulkšnies patempimai, išnirimai ir raiščių plyšimai (Schneider et al., 2006; Hubscher et al., 2010).

Šoninės kulkšnies patempimai sudaro 34 proc. visų sportinių traumų (Fong et al., 2007). Po patempimo apie 40 proc. asmenų įvardija nestabilumo jausmą (Caffrey et al., 2009). Šoninės kulkšnies pažeidimai būdingi fiziškai aktyviems asmenims (McKeon & Hertel, 2008a).

Trys ketvirtadaliai kulkšnies traumų yra susijusių su šoninių raiščių pažeidimais. 80 proc. ūmių kulkšnies patempimų gydoma konservatyviai, o 20 proc. – taikomas chirurginis gydymas (Chan et al., 2011). Kulkšnies pažeidimai, kad ir išgydžius, gali pasikartoti. Atsiradus čiurnos pokyčiams būdinga mechaninis nestabilumas (Hertel, 2002). Funkcinis nestabilumas atsiranda

sutrikus pusiausvyrai po šoninių kulkšnies patempimų bei šoninių raiščių pažeidimų (Sharma et al., 2011).

Nustatyta, kad praėjus metams po ūmaus kulkšnies patempimo 5-33 proc. vis dar patiria skausmą ir nestabilumo jausmą, 34 proc. bent kartą per tą laiką buvo pakartotinai pasitempę ir 15-64 proc. visiškai pasveiko ir nejautė jokio skausmo nuo traumos (Van Rijn et al., 2008).

Ūmių kulkšnies patempimų atveju gydymui taikomas poilsis, ledas, suspaudimas, kojos pakėlimas. Sunkesniais atvejais yra imobilizuojama, o kad neapkrauti sąnario yra naudojami ramentai (Mattacola & Dwyer, 2002).

Nustatyta, kad apie 55 proc. asmenų po kulkšnies patempimų nesikreipia į gydytojus, todėl čiurnos raiščiai išgyja netinkamai. Tinkamai sugyja tik reabilitacijos metu (Hubbard & Hicks-Little, 2008).

Traumoms didelį poveikį gali padaryti netinkama avalynė. Traumų prevencija yra pats tinkamiausias čiurnos sąnario traumų gydymas. I ir II laipsnio kulkšnies patempimams yra taikomas konservatyvus gydymo būdas (Keith et al., 2011).

Čiurnos sąnario traumų gydymas yra suskirstytas į keturis etapus (Keith et al., 2011):

I etapas. Taikomas poilsis, ledas, suspaudimas ir kojos pakėlimas, siekiant sumažinti skausmą ir patinimą bei pagerinti čiurnos sąnario funkcijas.

II etape siekiame čiurnos sąnarį imobilizuoti nuo vienos iki trijų savaičių. Maždaug po trijų savaičių susiformuoja randas ir prasideda gijimas.

III etape taikomi tempimo pratimai siekiant neprarasti elastingumo ir lankstumo sąnaryje.

IV etape, praėjus šešioms aštuonioms savaitėms po traumos taikomi jėgos pratimai siekiant, kad kuo greičiau būtų galima užsiimti kasdienine veikla, o sportininkui kuo greičiau grįžti į sportinę veiklą.

Po čiurnos sąnario traumų dar iki metų laiko patariama pasisaugoti ir neatlikti visko maksimaliai. Gydymo metu siekiama padidinti kulkšnies mobilumą ir pagerinti propriocepciją. Norint padidinti judesių amplitudę yra taikomas stacionarus dviratis arba baseinas.

III laipsnio kulkšnies patempimų gydymas yra mažiau standartizuotas (Keith et al., 2011).

Žaidžiant rankinį atliekami įvairūs fiziniai veiksmai: bėgimas, ėjimas, pašokimas, kurių metu galimos įvairios kojų traumos, dažniausiai čiurnos, pvz., pašokus netaisyklingai nusileidžiant. Norint išvengti traumų treniruočių metu, pratimus būtina atlikti tiksliai ir greitai. Dažniausi pratimai yra įvairūs bėgimai (iš vietos, iš ėtupsto, nugara į vartus), šuoliukai (daugiašuoliai, šuoliai išsižergus, į tolį ir aukštį, per kliūtis), ėtupstai (į priekį, į šoną) (Dadelienė, 2006).

Rankininkų traumas būtų galima suskirstyti į parengiamojo ir varžybinio laikotarpio traumas. Varžybiniu laikotarpiu skiriasi žaidimo dangos kietumas. Dėl jų atsiranda mikrotraumos, tokios kaip Achilo sausgysles dengiančių audinių uždegimas. Treniruojantis jaučiamas didelis

skausmas ir vis traumuojama. Labai svarbi įvairių patempimų profilaktika. Po patempimo sumažėja raiščius ir sąnarius gaubiančių audinių elastingumas. Jų neišgydžius galimas pakartotinas patempimas (Stasiulevičius ir Garbaliuskas, 2007).

Rankininkams dažnos peties, alkūnių, riešo sąnarių traumos. Poveikį rankininkų traumoms turi kontaktas. Dažniausiai pažeidžiamas alkūninis nervas (Dadelienė, 2006). Traumas rankininkai patiria žaidžiant netinkamos dangos salėje. Rungtynių metu rankininkams būdinga sumušti raumenis, tada trūksta kraujagyslės ir išsilieja kraujas, susidaro hematomos. Patempus sąnario raiščius, jo paviršiai pasislenka vienas kito atžvilgiu. Kapsulės ir raiščiai maksimaliai išsitempia, gali ir įtrūkti. Pradėjus per anksti treniruotis po traumos, sąnario raiščiai ir kapsulė nusilpsta, o sąnarys pasidaro nestabilus. Galimas sąnario išnirimas, kai jis paprastas be raiščių trūkimo, sąnarį galima atitaisyti pačiam. Lūžis yra daugiausiai neigiamų padarinių paliekanti kaulų trauma. Po lūžio būtina stabilizuoti sąnarį nekeičiant jo padėties (Stasiulevičius ir Garbaliuskas, 2007).

Tyrimais nustatyta, kad neuroraumeninė treniruotė turi poveikio norint sumažinti traumų tikimybę (Emery et al., 2005; Olsen et al., 2005; McGuine and Keene, 2006). Taip pat nustatyta, kad pliometriniai ir pusiausvyros mokymo pratimai sumažina apatinių galūnių traumas. Todėl jie turėtų būti įtraukiami į traumų prevencinius protokolus (Myer et al., 2006).

Neuroraumeninės treniruotės turėtų būti įtraukiamos į įprastines treniruotes, taip siekiama išvengti kulkšnies traumų (McKeon et al., 2008c; Zazulak et al., 2007). Tyrimo metu buvo nustatyta, kad sistemingai taikant neuroraumenines treniravimosi programas sumažinama kelio sąnario traumų tikimybė (Herrington, 2009; Filipa et al., 2010).

Siekiant greitesnės audinių regeneracijos po traumos taikoma kineziterapija. Kineziterapijos uždaviniai po traumų yra tinimo mažinimas, judesių amplitudžių gerinimas, raumenų jėgos atgavimas, funkcijų atkūrimas, liekamųjų reiškinių vengimas bei fizinio darbingumo gerinimas. Fiziniam darbingumui pagerinti taikomas sportinis masažas. Jis pagerina sąnario ir aplink jį esančių audinių aprūpinimą krauju, sustiprėja kapsulė, gerėja raiščių tamprumas, pagreitinėja medžiagų rezorbcija, išildo audinius ir veikia kaip traumų prevencijos priemonė (Dadelienė, 2006).

Rankininkų geras treniruočių ir varžybų organizavimas, palankios sanitarinės, higieninės sąlygos, tinkama sporto bazių įranga, sportininkų sąmoningumas gali padėti išvengti pasikartojančių traumų (Stasiulevičius ir Garbaliuskas, 2007).

1.3. Čiurnos sąnario nestabilumas

Lėtinis čiurnos sąnario nestabilumas (LČSN) – tai čiurnos raiščių vientisumo praradimas. Raiščių sužalojimai vis kartojasi, todėl geriausias gydymo būdas yra chirurginė operacija (Hertel, 2000). Lėtinis čiurnos sąnario nestabilumas būdingas tiems sportininkams, kurie daug šokinėja ar

bėgioja (Wang et al., 2006). Nustatyta, kad apie 30 proc. ūmių blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimų būdingas lėtinis čiurnos nestabilumas (Wikstrom et al., 2009).

LČSN atsiranda po čiurnos raiščių patempimų, plyšimų blogo sugijimo ar visiškai netaikytos reabilitacijos. Norint sustiprinti raumenis aplink kulkšnį, reikalinga reabilitacija (Peterson, 2001).

LČSN apriboja fizinį aktyvumą, ir gali sukelti sąnarių degeneracinius pakitimus, padidėja osteoartrito rizika (Hubbard & Hicks-Little, 2008).

Esant LČSN, net minimalus patempimas gali sukelti diskomforto poveikį ir trumpalaikį funkcijų sutrikimą. Lėtiniam čiurnos sąnario nestabilumui nustatyti dažniausiai naudojamas magnetinio rezonanso tyrimas (Keith et al., 2011).

Įrodyta, kad taikant neuroraumenines treniruotes pagerėja laikysena esant lėtiniam čiurnos sąnario nestabilumui (Hale et al., 2007; McKeon et al., 2008c; Filipa et al., 2010).

Po čiurnos sąnario pažeidimo, vienas iš pagrindinių simptomų yra sąnario nestabilumas (Delahunt et al., 2010). Nestabilumas po kulkšnies patempimų yra dažna problema, dėl kurios atsiranda įvairūs fiziniai apribojimai bei pablogėja sportiniai rezultatai (Hertel, 2002).

Funkciniam čiurnos sąnario nestabilumui (FČSN) būdinga skausmas bei funkcijų susilpnėjimas (Hiller et al., 2006). Tai turi poveikio statinei ir dinaminei pusiausvyros kontrolei (Hertel et al., 2007).

Funkcinis čiurnos sąnario nestabilumas atsiranda 40 proc. pacientų po čiurnos patempimo ir tai susiję su statinės bei dinaminės pusiausvyros praradimu (Buchanan et al., 2008). FČSN gali atsirasti dėl šoninių raiščių pažeidimo (Dayakidis & Boudolos, 2006).

Funkcinis čiurnos sąnario nestabilumas dažnai siejamas su raumens silpnumu bei hipotrofija. Po čiurnos sausgyslių patempimo jo dažnumas yra nuo 15 proc. iki 60 proc (Peterson, 2001).

Funkcinio čiurnos sąnario nestabilumo priežastys gali būti įvairios. FČSN gali sukelti pakartotini raiščių bei sausgyslių patempimai. FČSN pasireiškia 80 proc. pacientams su mechaniniu nestabilumu ir 40 proc. su mechaniniu stabilumu (Peterson, 2001). Funkcinis čiurnos sąnario nestabilumas sukelia propriocepcijos nepakankamumą ir suprastėja nervo ir raumens, bei ortostatinė kontrolė (Willems et al., 2002).

Mechaninis čiurnos sąnario nestabilumas (MČSN) dažniausiai atsiranda dėl sąnarių degeneracijos ir tada yra neišvengiama chirurginė operacija (Peterson, 2001). Esant MČSN taikomas chirurginis gydymas (Keith et al., 2011).

Apie 80 proc. ūmių kulkšnies patempimų visiškai išgydoma konservatyviu būdu, tačiau apie 20 proc. patempimų sukuria mechaninį, funkcinį ar lėtinį čiurnos sąnario nestabilumą.

Paprastai kulkšnies patempimai yra pagydomi per trumpą laiką. Lėtinis čiurnos sąnario nestabilumas gali sukelti įvairius degeneracinius pokyčius (Keith et al., 2011).

1.4. Čiurnos stabilumo sąsaja su pusiausvyra

Pusiausvyra – tai žmogaus gebėjimas išlaikyti statinę kūno padėtį atliekant judesį (Stonkus, 2002; Dadelienė, 2008).

Žmogaus kūno pusiausvyra yra nestabili sistema, todėl stovint ar einant besiremiant dviem kojom, jo atramos plotas yra santykinai mažas, o kūno masės centras yra gana aukštai. Stovint yra svyruojama į priekį ir atgal per čiurnos sąnarį, o perkeltiant kūno svorį nuo vienos kojos ant kitos yra svyruojama į šonus (Cisek et al., 2007). Pusiausvyros išlaikymas yra susijęs su centrinės nervų sistemos vientisumu (Yavuzer et al., 2006).

Stabili pusiausvyra – kai kūnas, veikiamas jėgų, turi galimybę grįžti į startinę, pradinę, poziciją. Kuo didesnis kelias nuo atramos centro iki jos pakraščio, tuo kūnas stabilesnis. Stabilumą galima padidinti kūno masės centrą nuleidžiant žemiau ir padidinant atramos plotą. Stabilumas priklauso nuo atramos ploto ir kūno masės centro aukščio santykio (Dadelienė, 2008).

Nestabili pusiausvyra – kai kūną paveikus tam tikra jėga, jis linkęs toliau slinkti veikiamas tik savo svorio jėgos. Kuo didesnę pagreitį įgauna kūnas, tuo jo padėtis yra nestabilesnė (Dadelienė, 2008).

Neutrali pusiausvyra – kai pastumtas kūnas pakeičia padėtį ir išlaiko neutralios pusiausvyros padėtį (Dadelienė, 2008).

Pusiausvyra dažniausiai valdoma automatiškai – susiregulavimo principu. Pasikeitus aplinkai, spontaniškai susireguliuoja poza. Pusiausvyrą valdo du mechanizmai: eferentinė kopija ir grįžtamasis ryšys kylantis iš raumenų, sąnarių, sausgyslių, odos, vestibulinių ir akies receptorių. Pusiausvyra taip pat priklauso nuo raumenų jėgos, jų tamprumo ir gebėjimo sutelkti dėmesį (Skurvydas, 2010).

Pusiausvyra skirstoma į statinę ir dinaminę. Jos tarpusavyje nėra susijusios. Atliekant standartinius judesius reikalinga specifinė dinaminė pusiausvyra. Pusiausvyrai turi poveikio vestibulinis aparatas, taip pat rega, klausa, lytėjimo informacija, bei informacija apie raumenų įsitemimą, sąnarių būklę, kūno dalių padėtį. Sutrikus bent vienam iš jų pablogėja pusiausvyros valdymas (Dadelienė, 2008).

Pusiausvyra priklauso nuo atramos ploto, kūno svorio centro aukščio nuo atramos ploto, kūno svorio, kūno stangrumo, trinties jėgos kūnui kontaktuojant su atramos plotu ir kūną veikiančios jėgos (Dadelienė, 2008).

Už kūno pozos išlaikymą yra atsakingas statinis stabilumas. Kuo mažesnis atramos plotas ir kuo aukščiau kūno masės centras, tuo sudėtingiau yra išlaikyti statinę pusiausvyrą (Peurula et al,

2005). Liemens ir klubo stabilizavimas subalansuoja liemens judesius ir reguliuoja apatinių galūnių pusiausvyrą. Sumažintas liemens ir klubų stabilizavimas padidina čiurnos sąnario traumas (Wilson et al., 2005).

Masės centro judėjimas kartu su slėgio centro poslinkiu yra naudojami studijuojant kūno dinaminį stabilumą. Susidūrius su kliūtimi eisenos metu yra sutrikdoma kūno pusiausvyrą (Huang et al., 2008).

Pusiausvyros valdymo mechanizmai yra mobilizuojami tam tikra tvarka: nuo distalinių raumenų ar sąnarių proksimalinių link. Yra trys pusiausvyros išlaikymo strategijos: a) blauzdos ir pėdos (pusiausvyros palaikymas); b) klubo; c) žingsnio (Skurvydas, 2010).

Klubų, kelių ir čiurnos sąnariai turi didžiausią įtaką žmogaus svorio centro linijai. Svorio centro linijos pakitimai atsiranda atliekant nekoordinuotus judesius (Ross & Guskiewicz, 2004). Sensorinė informacija, gaunama iš somatosensorinės regimosios ir vestibulinės sistemų, kurios yra centrinėje nervų sistemoje, o jų atitinkami signalai yra siunčiami į kojų raumenis, siekiant užtikrinti statinės pusiausvyros kontrolę. Taip pat labai svarbūs faktoriai yra: išanksto numatytos reakcijos, nervo laidumo greitis, judesio amplitudė, raumens jėga (Palmieri et al., 2002).

Pusiausvyros valdymas priklauso nuo atramos reakcijų, kurios kyla pėdoms kontaktuojant su žeme. Vaikščioti galima pradėti tik atitraukus vieną koją nuo magneto (Skurvydas, 2010). Labai svarbus veiksnys žmogaus dinaminei pusiausvyrai yra raumenų aktyvumas, nuo kurio priklauso eisena. Apatinių galūnių nuovargis padidina CNS dėmesio sutelkimą pusiausvyros išlaikymui ir gali būti neefektyvūs tinkamai įgyvendinti iš smegenų ateinančias komandas (McGregor et al., 2011).

Kasdienėje veikloje išlaikyti dinaminę pusiausvyrą yra svarbiau nei statinę. Jos tikslas – perkelti kūno masės centro projekciją už atramos ploto ribų ir nenukristi (Grindstaff et al., 2006).

Pusiausvyros ir koordinacijos mokymas yra ūmių šoninių kulkšnies patempimų ir lėtinio čiurnos sąnario nestabilumo prevencinė priemonė. Pastebėta, kad sunkesnis pusiausvyros lavinimas yra sveikiems, traumų nepatyrusiems asmenims. Pusiausvyros ir koordinacijos mokymas gali būti puiki prevencinė priemonė sumažinanti apatinių galūnių traumas (Grindstaff et al., 2006).

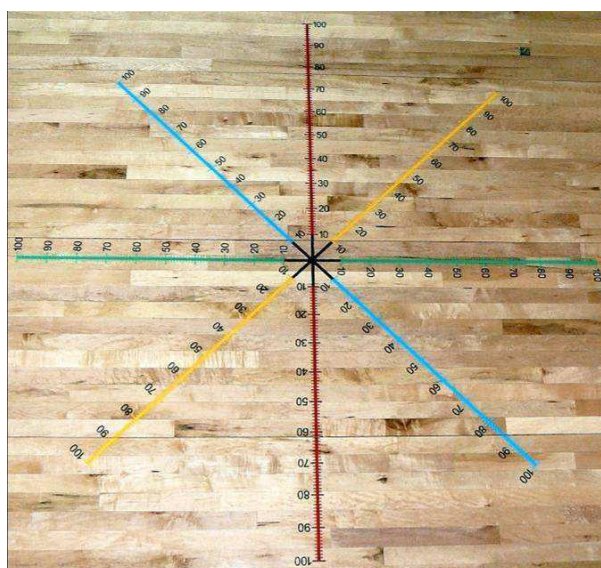
Lėtinis čiurnos sąnario nestabilumas yra sudėtingas vientisumo praradimas, kadangi sužalojimas yra linkęs kartotis, o fizinė terapija ilgai trunka, todėl esant 3 laipsnio pažeidimams, paprastai taikoma chirurginė intervencija (Hertel, 2000).

Nustatyta, kad gydant ūminį čiurnos patempimą mokant pusiausvyros ir koordinacijos, pasikartojančių kulkšnies pažeidimų rizika sumažėja nuo 54 proc. iki 76 proc. (Holme et al., 1999). Įrodyta, kad pasikartojančios kulkšnies traumos atsiranda per pirmus metus, todėl šį laikotarpį reikėtų ypatingai pasisaugoti (Verhagen et al., 2004). Kulkšnies traumos turi poveikio žmogaus gyvenimo kokybei, sumažėja fizinio aktyvumo lygis (Anandacoomarasamy & Barnsley, 2005).

Vienas iš populiariausių neinstrumentinių testų norint įvertinti dinaminei pusiausvyrai taikomas Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas (Olmsted et al., 2002). Vertinant šiuo testu dinaminę pusiausvyrą reikalinga ne tik gera vestibulinio aparato ir propriocepcijos būklė, bet ir judesių amplitudė, neurorauменų kontrolė, koordinacija, raumenų jėga. Testui atlikti naudojamas žvaigždės formos tinklelis, kurį sudaro aštuonios susikertančios tiesės, tarp kiekvienų dviejų – 45° kampas. Tyrimo metu tiriamasis turi stovėti ant vienos kojos. Pacientas neatramine koja turi siekti išilgai kiekvienos tiesės kiek galima toliau ir lengvai, neperkeldamas svorio turi paliesti tiesę kojos pirštais. Siekdamas išorinės tiesės, pacientas turi tiesti neatraminę koją už atraminės. Pusiausvyros tyrimas pradedamas siekiant priekinę tiesę ir tęsiamas laikrodžio rodyklės kryptimi (Gribble et al., 2004).

Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas yra funkcinis testas naudojamas siekiant įvertinti apatinių galūnių dinaminį stabilumą, pagerėjimą reabilitacijos metu, bei norint įvertinti apatinių galūnių sužalojimus, ir nustatyti ar sportininkui yra apatinių galūnių traumos rizika (Filipa et al., 2010). Atliekant šį testą yra reikalingos šios apatinių galūnių savybės: gera koordinacija, pusiausvyra, lankstumas bei jėga (McKeon et al., 2008). P. J. Plisky su bendraautoriais nustatė, kad moterims sportininkėms, kurių pasiektas atstumas yra mažesnis kaip 94 proc, tikėtina, kad 6,5 karto bus didesnė apatinių galūnių traumų tikimybė. Dažniausiai žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas naudojamas norint sumažinti traumų rizikos veiksmingumą (Plisky et al., 2009).

Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas gali būti naudojamas apatinių galūnių asimetrijai nustatyti ir funkciniam sutrikimams po lėtinio čiurnos sąnario nestabilumo (Herrington et al., 2009; Filipa et al., 2010).



6 pav. Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas (Plisky, 2006).

(J.E.Earl & J. Hertel 2001) elektromiografu nustatė aktyviausius raumenis atliekant žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testą:

- į priekį – keturgalvio šlaunies raumens vidinė ir šoninė galva (vidinis ir šoninis platusis raumuo);
- atgal į vidų – priekinis blauzdos raumuo;
- į išorę – dvigalvis šlaunies raumuo ir priekinis blauzdos raumuo.

Atlikus ilgalaikius stebėjimus nustatyta, kad jei tiriamojo surinkti modifikuoto žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testo kombinuotų duomenų rezultatai yra:

1. Mažiau nei 94 proc., tai tiriamasis turi daugiau nei 3 kartus didesnę tikimybę patirti čiurnos traumą;
2. Daugiau nei 94 proc. tai maža tikimybė patirti čiurnos traumą.

Esant ūmiam blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimui sutrinkdoma pusiausvyros kontrolė. Tai nustatoma taikant pusiausvyros kontrolės matavimo metodus. Nustatyta, kad esant vienos kojos ūmiam blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimui, statinės pusiausvyros kontrolės pablogėjimai, pasireiškia abiejose kojose (Evans et. al., 2004). Pusiausvyros kontrolės sutrikimai pasireiškia ir dinaminėje veikloje. Pokyčiai nustatomi atliekant šuoliukus (Caulfield et al., 2004) ir žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testą (Gribble et al., 2004). Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas gali būti efektingai įtraukiamas į reabilitacijos programą ir taip sprendžiama apie apatinių galūnių sutrikimus.

Asmenims, patyrusiems blauzdinio pėdos sąnario šoninių raiščių pažeidimus ar turintiems LČSN, pagal modifikuotus Rombergo mėginius, nustatoma pusiausvyros kontrolės stoka (Rothermel et al., 2004). Sensorinė informacija yra gaunama iš somatosensorinės regimosios ir vestibulinės sistemų, o jų atitinkami signalai yra siunčiami į kojų raumenis, norint užtikrinti statinės pusiausvyros kontrolę (Palmieri et al., 2002).

Naujausi tyrimai apie statinės pusiausvyros kontrolės sutrikimus tyrinėja erdvės ir laiko sąvybes, tiria svorio centro liniją stovint ant vienos galūnės pozicijoje (Hertel et al., 2006).

Vieni autoriai rekomenduoja statinį pusiausvyros tyrimą (Wikstrom et al., 2009), tačiau kiti autoriai teigia, kad labiau stimuliuojančios užduotys, yra dinaminės pusiausvyros užduotys. Žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas, ir funkcinės užduotys, tokios kaip po atlikto šuolio nusileidimas, gali parodyti kliniškiau tinkamą pusiausvyros kontrolės sutrikimą asmenims su lėtiniu čiurnos sąnario nestabilumu (Hertel et al., 2006).

Šuoliukai atliekami kaip kriterijus norint nustatyti sugrįžimą į aktyvią veiklą (Docherty et al., 2005).

1.5. Neuroraumeninė treniruotė

Taisyklinga kūno padėtis prieš judesį – tai sėkmingo judesio garantas. Tiesi žmogaus stovėseną, galvos ir liemens vertikali padėtis yra viena pagrindinių sąlygų efektyviai valdyti judesius. Galima sakyti, kad taisyklinga pradinė padėtis užtikrina pusę judesio sėkmės (Skurvydas, 2011).

Per pastaruosius metus vis daugiau dėmesio pradėta skirti neuroraumeninėms treniruotėms. Neuroraumeninė treniruotė (NRT) tampa neatsiejama kineziterapijos procedūros sudedamąja dalimi. Daugelyje straipsnių pabrėžiamas pagrindinis reabilitacijos akcentas – intensyvus čiurnos sąnario judesių amplitudės treniravimas (Cooper, et al., 2005).

Neuroraumeninė kontrolė – tai nesąmoninga dinaminį sąnario stabilumą užtikrinančių struktūrų aktyvacija į sensorinio stimulo atsaką (Cooper, et al., 2005).

Neuroraumeninės treniruotės dažniausiai apima pusiausvyros pratimus. Jie dažniausiai taikomi siekiant pagerinti judesio kokybę bei norint nepatirti įvairių traumų sporto metu bei reabilitacijos metu. Šie pratimai taip pat sumažina traumų riziką bei padidina sportininkų rezultatyvumą (McKeon & Hertel, 2008). Išlaikyti pusiausvyrą yra labai sudėtinga. Lavinant ją yra svarbu neskubėti (Dadelienė, 2008). Neuroraumeninė programa taikoma siekiant padidinti sportininkų motorinius įgūdžius bei pagerinti kūno kontrolę. Pratimai turi poveikio pusiausvyrai ir kūno kontrolei (Pasanen et al., 2008). Kadangi taikant neuroraumenines treniruotes yra mokinama motorinių įgūdžių, todėl rekomenduojama jas pradėti apie 12 metų, nes jaunesniame amžiuje mokymosi procesas trunka žymiai greičiau (McGuine & Keene, 2006).

Neuroraumenines treniruotes apima pliometriniai ir dinamiški stabilizavimo/ pusiausvyros pratimai, kurie turi poveikio judėjimo biomechanikai ir sumažina sportininkams traumų riziką (Myer et al., 2006; Pasanen et al., 2008). Nustatyta, kad neuroraumeninė pratimų programa, kuria siekiama stiprinti motorinius įgūdžius ir kūno kontrolę, gali sumažinti kojų traumų riziką 66 proc. (Pasanen et al., 2008).

Lavinant vien aerobinę ištvermę ar raumenų jėgą ugdančius pratimus, pusiausvyros stabilumas negerėja, juos būtina derinti su pusiausvyros pratimais. Pusiausvyros stabilumą gerinančių pratimų yra labai daug, pvz., ėjimas kintančioje aplinkoje, pratimai užsimerkus, pratimai stengiantis išlaikyti pusiausvyrą vien distaliniais arba vien proksimaliniais kojos raumenimis, pusiausvyros išlaikymas viena koja, pratimai gaunant grįžtamąją informaciją apie raumenų darbą, pratimai su dvejopa užduotimi (Skurvydas, 2010).

NRT sudaro statinės ir dinaminės pusiausvyros lavinimo pratimai, propriocepcijos gerinimo, jėgos, pliometriniai pratimai bei specializuoti tam tikrai sporto šakai (Panics et al., 2008).

NRT pagerina nervų sistemos gebėjimą sukelti greitą ir optimalų raumenų susitraukimą, pagerina koordinaciją, pusiausvyrą, propriocepciją. Taip užtikrinama optimali apsauginė raumenų funkcija. Apatinės galūnės neuroraumeninės kontrolės atkūrimas yra laikomas vienu iš sėkmės “raktų” atkuriant dinaminį sąnario stabilumą (Myer et al., 2006).

Yra dvi pagrindinės nervinės raumenų jėgos ugdymo kryptys: didžiausios jėgos ir staigiosios jėgos. Didžiausios jėgos ugdymo kryptis akcentuoja didžiausios jėgos išvystymą, o staigiosios jėgos išvystymo metodikos yra orientuotos į staigiosios jėgos išvystymą. Ugdant nervinę didžiausią jėgą, būtina sąlyga – didžiausios jėgos įgijimas, o ugdant nervinę staigiąją jėgą – staigiosios jėgos pasiekimas. Norint pasiekti didžiausią jėgą, reikia apie 0,5-3 s. Nustatyta, kad po intensyvių jėgos pratybų padidėja motorinių vienetų kiekis, kuris judesio pradžioje yra aktyvinamas labai dideliu dažnumu. (Skurvydas, 2010). Kai raumuo nuvargsta įtraukiama mažiau motorinių vienetų ir nervinės jėgos ugdymas būna nedidelis (Wernbom et al., 2007).

Nervinės jėgos ugdymo metu sumažėja raumenų ištvermė ir labai greitai pavargsta nervų sistema. Nustatyta, kad po 4-7 nervinės jėgos lavinimo savaitių reikėtų keisti treniruotės kryptį, nes pavargsta nervų sistema (Skurvydas, 2010).

Neuroraumeninė treniruočių programa labiausiai orientuota yra į apatinių galūnių jėgą bei stabilumą (Filipa et al., 2010).

Žaidžiant rankinį jėga yra dinamiška, todėl reikia greičio jėgos (kamuolio metimas, perdavimas) ir staigiosios jėgos (šuolis, pagreitėjimas) (Stasiulevičius ir Garbaliuskas, 2007).

Ugdant raumenų jėgą, stambėja ir stiprėja ne tik raumenys, bet ir kaulai, sausgyslės, raiščiai, fascijos ir kremzlės. Kuo didesnis jėgos ugdymo treniruotės fizinis krūvis, tuo ilgiau trunka organizmo atsigavimas po jos. Labai svarbus raumenų jėgos ugdymo režimas yra ekscentrinis, kai raumuo įveikia pasipriešinimą ilgėjant jo ilgiui. Toks režimas didina ne tik raumenų jėgą, bet ir sarkomerų skaičių raumenyse, o tai apsaugo raumenis nuo galimų traumų (Skurvydas, 2011).

Jėgos ugdymas dinamiškoje aplinkoje gerina judesių stabilumą, koordinaciją, valdymo veiksmingumą. Kad judesys būtų stabilus, būtina treniruoti judesių stabilizatorius. Ugdant jėgą dinamiškoje aplinkoje, didėja ne tik raumenų jėga, bet ir pagerėja CNS gebėjimas valdyti raumenis. Dinamiškoje aplinkoje įveikiant pasipriešinimą, CNS reikia daug daugiau pastangų plastiškam jėgos išvystymui užtikrinti. Tokios jėgos ugdymas sumažina traumų tikimybę (Skurvydas, 2010).

Pagrindiniai jėgos ugdymo principai: jėgos ugdymą derinti su lankstumo, greitumo, ištvermės ir vikrumo ugdymu; derinti rankų ir kojų raumenų ugdymą; derinti simetriškų raumenų ugdymą; derinti raumenų sinergijų ugdymą; derinti raumenų agonistų ir antagonistų ugdymą (Skurvydas, 2010).

Taikant treniruotės krūvį, labiau suaktyvinami organizmo adaptaciniai mechanizmai. Todėl su tokio pat dydžio krūviu pasiekiamas didesnis poveikis, kai krūviai taikomi koncentruotai. Kai

krūvis yra laipsniškai didinamas, organizmo adaptaciniai mechanizmai pripranta prie jų ir todėl treniruotės krūvis darosi neveiksmingas. Tada juos reikia smarkiai padidinti, norint išgauti net mažiausią treniruotės poveikį. Tik specifiniai treniruotės krūviai gali sužadinti atitinkamas organizmo funkcijas ir jų struktūras. Kurios organizmo funkcijos daugiau dirba, tos daugiau treniruoja (Skurvydas, 2010). Jėga ugdoma veiksmingiau, kai tas pats krūvis išdėstytas per dvejias pratybas nei per vienas (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Propriocepcinė sistema yra viena iš sistemų, dalyvaujančių pusiausvyros valdyme. Sutrikus proprioceptorių jautrumui, sutrinka ir pusiausvyra. Susilpnėjus neuroraumeninei kontrolei, sutrinka koordinuota raumenų tarpusavio veikla. Sutrikus kelio sąnarį stabilizuojančių raumenų (keturgalvio šlaunies, užpakalinių šlaunies, dvilypio blauzdos raumenų) koordinuotai tarpusavio veiklai, sutrinka ir pusiausvyra (Lubans et al., 2010).

Nustatyta, kad pratimai atliekami neuroraumeninės treniruotės metu turi didelį poveikį nervų ir raumenų kontrolei bei funkcionavimui. Esant prastai pusiausvyrai padidėja apatinių galūnių traumų rizika (Zech et al., 2010). NRT metu pagerėja judėjimo įgūdžiai. Ji pagerina nervų sistemos gebėjimą sukelti greitą ir optimalų raumenų susitraukimą, pagerina koordinaciją, pusiausvyrą, bei propriocepciją, taip užtikrinama optimali apsauginė raumenų funkcija (Lubans et al., 2010). Sumažėjusi nervų ir raumenų liemens kontrolė turi poveikio dinaminiam apatinių galūnių stabilumui (Zazulak et al., 2007).

Nustatyta, kad neuroraumeninė treniruotė padidina motorinius įgūdžius bei pagerina kūno kontrolę, taip pat geriau įjungia nervų ir raumenų sistemą į konkrečią sporto šaką (Pasanen et al., 2008).

Epidemiologiniais tyrimais nustatyta, kad neuroraumeninė programa sumažina apatinių galūnių traumų rizikos veiksnius (Myer et al., 2008). Pratimai yra parenkami siekiant padidinti jėgą bei stabilumą. Neuroraumeninės treniruotės tikslas yra pagerinti sportininko gebėjimą kontroliuoti masės centrą dinaminės veiklos metu. Neuroraumeninių treniruočių programos yra sukuriamos siekiant pagerinti apatinių galūnių jėgą ir stabilumą (Filipa et al., 2010).

Neuroraumeninės programos parinkimas gali padėti sumažinti sportinių traumų tikimybę (Feigenbaum & Myer, 2010) nuo 15 iki 50 proc. (Myer et al., 2011). Kad būtų geresnis atliekamų pratimų efektyvumas, jie atliekami du tris kartus per savaitę (Feigenbaum et al., 2009). Nustatyta, kad taikant neuroraumenines treniruotės mažėja traumų rizika (Panics, et al., 2008).

Treniruotės krūvis gali būti išdėstomas nuosekliai, kai po vieno tipo treniruotės krūvio eina kito tipo treniruotės krūvis, ir lygiagrečiai, kada vyraujančio krūvio nėra, tuo pačiu treniruotės etapu visoms organizmo funkcijoms lavinti skiriamas panašaus dydžio krūvis. Nuoseklų krūvio išdėstymą galima vadinti kryptingu, nes labiau sutelkia organizmo tam tikros apkrautos funkcijos ar struktūros adaptacinius mechanizmus, todėl taikymas yra prasmingesnis. Tačiau taikant

lygiagrečiąją krūvio išdėstymo strategiją, tuo pačiu metu lavinama visas kompleksas savybių, kurios reikalingos, norint sėkmingai dalyvauti varžybose. Krūvių išdėstymo nuosekli strategija neakcentuoja organizmo išlavintos sąvybės palaikymo, Todėl tokia planavimo strategija yra neveiksminga. Reikia ieškoti tarpinės treniruotės krūvio išdėstymo strategijos, kuri apimtų stipriąsias nuosekliosios ir lygiagrečiosios krūvio išdėstymo strategijos ypatybes (Skurvydas, 2010). Nustatyta, kad aikant neuroraumenines treniruotes galima pakeisti sportininkų judesių strategijas bei sumažinti riziką susižeisti (Chappell & Limpisvasti, 2008).

Taikant neuroraumenines treniruotes pakinta judėjimo strategijos ir sumažėja traumų rizika (Hewett et al., 2005). Neuroraumeninių treniruočių tikslas yra sumažinti sportinių traumų rizikos veiksnius (Pollard et al., 2006). Įrodyta, kad neuroraumeninė treniruotė sumažina sportines traumas (Hewett et al., 2006).

Neuroraumeninės treniruotės paskirtis – gerinti propriocepciją. Tuo pačiu teigiamai veikiama ir dvilypio blauzdos raumens susitraukimo reakcija, o tai pagerina statinę pusiausvyrą (Tiemstra, 2012). Daugybė tyrimų įrodo, kad propriocepinis treniravimas sumažina traumų riziką, bet dėl ko aiškiai dar nenustato (Panics, et al., 2008).

Neuroraumeninė treniruotė gali sumažinti traumų susijusių su čiurnos sąnariu tikimybę (Tiemstra, 2012). Susilpnėjus neuroraumeninei kontrolei, sutrinka koordinuota raumenų tarpusavio veikla. Savo ruožtu sutrikusi kelio sąnarį stabilizuojančių raumenų – keturgalvio šlaunies, užpakalinių šlaunies, dvilypio blauzdos – koordinuota veikla neigiamai veikia pusiausvyrą (Ergen & Ulkar, 2008).

Po čiurnos sąnario traumų NRT yra veiksminga pasikartojančių traumų prevencijai ir bendram funkcijų gerinimui (Zech et al., 2009). Taip pat ji veiksminga sportinių traumų reabilitacijoje (Ergen & Ulkar, 2008).

Treniruojantis būtina įveikti kuo didesnę pasipriešinimą, todėl sportininkas privalo ypač susitelkti, jei nori padidinti nervinę didžiausią jėgą. O tarp pratybų būtina gerai pailsėti. Reikėtų suprasti, kad ne pratybų kiekis, bet jų kokybė yra tiesiog proporcinga nervinės jėgos didėjimui (Skurvydas, 2010).

Taikant dažniau ir ilgesnės trukmės neuroraumeninę treniruotę pasiekiamas didesnis teigiamas efektas, o statinės pusiausvyros ir raumenų jėgos pokyčiai kinta greičiau. Nustatyta, kad NRT turi ilgalaikį poveikį, kuri pagerina judėjimo biomechaniką, sumažina traumų riziką bei turi teigiamo poveikio sveikatai (Tiemstra, 2012).

Nustatyta, kad neuroraumeninė mokymo programa buvo veiksminga norint sumažinti įvairius apatinių galūnių sužalojimus. Neuroraumeninė treniruotė turėtų būti taikoma sportininkams vieną kartą per savaitę kartu su įprastine treniruote (Pasanen et al., 2008).

2. TYRIMO METODIKA IR ORGANIZAVIMAS

2.1. Tiriamieji

Tyrime dalyvavo 16-18 metų amžiaus 20 tiriamųjų (rankininkų), kurie atsitiktinės atrankos būdu buvo suskirstyti į dvi grupes: tiriamąją ir kontrolinę. Kiekvienoje grupėje buvo po 10 rankininkų. Bendras tiriamųjų amžiaus vidurkis buvo $16,7 \pm 0,86$ m. Kontrolinei grupei buvo taikomos įprastinės treniruotės, kurių metodika parenka treneris, treniruotės vyko 4-5 kartus per savaitę, o tiriamajai grupei buvo taikomos įprastinės treniruotės, 2-3 kartus per savaitę ir neuroraumeninė treniruočių programa, kuri truko 6 savaites, 2 kartus per savaitę. Atrankos kriterijus - tiriamieji negalėjo būti patyrę apatinės galūnės traumų, vienerių metų laikotarpyje.

1 Lentelėje pateikiami tiriamosios ir kontrolinės grupės amžius, antropometriniai rodikliai ir sportavimo laikotarpis.

1 lentelė. *Tiriamųjų amžius, antropometriniai rodikliai ir sportavimo laikotarpis*

	Tiriamoji grupė	Kontrolinė grupė
Amžius (m)	$16,80 \pm 0,91$	$16,60 \pm 0,84$
Ūgis (cm)	$180,60 \pm 5,81$	$182,20 \pm 4,04$
Svoris (kg)	$72,80 \pm 7,87$	$78,10 \pm 9,96$
KMI (kūno masės indeksas) kg/m^2	$22,28 \pm 1,60$	$23,52 \pm 2,88$
Sportavimo laikotarpis (m)	$6,60 \pm 1,17$	$5,90 \pm 1,52$
Dešinės kojos ilgio matavimai (cm)	$95,20 \pm 4,04$	$94,60 \pm 3,97$
Kairės kojos ilgio matavimai (cm)	$95,01 \pm 4,02$	$94,40 \pm 3,81$

2.2. Tyrimo metodai

1. Antropometrija: kojų ilgio matavimas

Tiriamajam gulint ant nugaros, markeriu buvo pažymimas taškas ties viršutiniu priekiniu klubo dygliu, bei taškas ant šoninės kulkšnies. Centimetrine juoste matuojama tiriamojo dešinės ir kairės kojos ilgis nuo viršutinio priekinio klubo dyglio iki šoninės kulkšnies, centimetrais, 0,5 cm tikslumu.

2. Dinaminės pusiausvyros tyrimas: modifikuotas žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas.

Testui atlikti buvo naudojamas specialus prietaisas (Y balance test kit) kurį sudaro trys 150 cm ilgio matuokliai, kurie sudarė tris susikertančias tieses, tarp priekinės ir vidinės tiesių – 135° kampas, priekinės ir išorinės – 135° kampas, vidinės ir išorinės – 90° kampas. Atstumui nustatyti buvo naudojama indikatorius.

Tyrimo metu tiriamasis turėjo stovėti ant vienos kojos basas trijų susikertančių tiesių vietoje, ir kitos kojos pirštais neliečiant žemės stumti indikatorius. Atstumas buvo matuojamas nuo susikirtimo taško iki indikatoriaus kraštinės. Tyrimo metu yra testuojama atremta koja (7 pav.).

Bandymas buvo neužskaitomas, jei tiriamasis:

1. Paliečia koja žemę;
2. Indikatorius yra paspiriamas;
3. Padeda pėdą ant indikatoriaus pusiausvyrai išlaikyti;
4. Tiesiamos kojos nepavyksta grąžinti į pradinę padėtį.

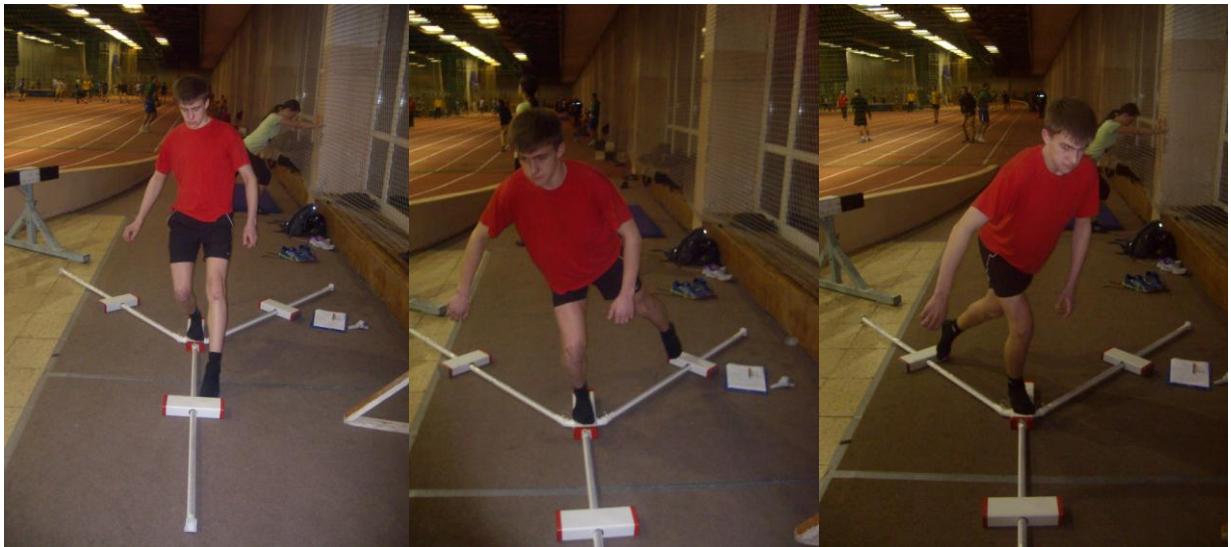
Abiem kojomis, kiekviena kryptimi buvo atliekama po 3 bandymus. Buvo fiksuojamas ir užrašomas geriausias rezultatas. Jei iš trijų bandymų, tiriamajam nepavykdavo atlikti nė vieno, buvo teigiama, kad tiriamasis turi tikimybę patirti čiurnos traumą.

Rezultatams apskaičiuoti buvo taikoma formulė:

$$\text{Kombinuotas rezultatas} = \frac{(\text{Priekinė pusė (cm)} + \text{vidinė pusė (cm)} + \text{išorinė pusė (cm)})}{(3 \times \text{Kojos ilgis (cm)})} \times 100$$

Pagal šią formulę gauti rezultatai buvo lyginami su nustatytais procentiniais traumos tikimybės dydžiais, jei tiriamojo surinkti duomenys:

1. Mažesni nei 94 proc., tai tiriamasis turi daugiau nei 3 kartus didesnę tikimybę patirti čiurnos traumą.
2. Jei daugiau nei 94 proc., tai maža tikimybė patirti čiurnos traumą.



A

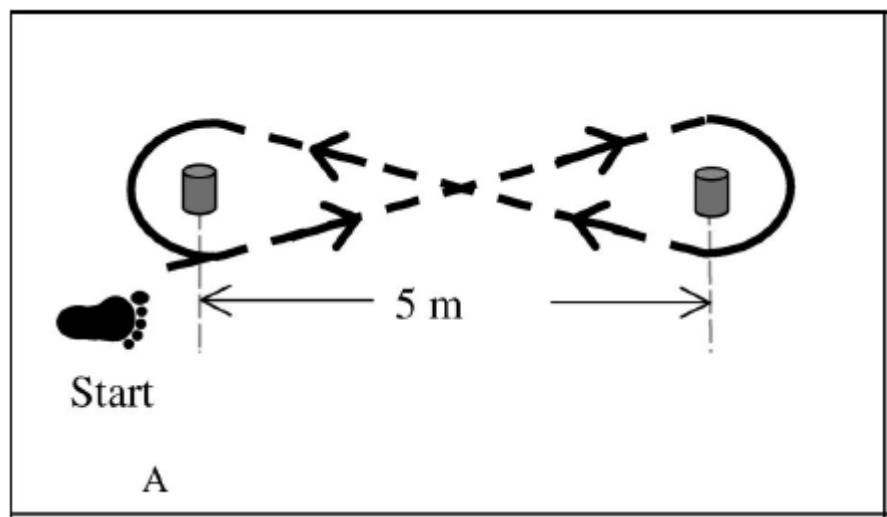
B

C

7 pav. Modifikuotas žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas

A- Į priekį; B- Vidinę pusę; C- Išorinę pusę.

3.Šuolių aštuoniuke testas. Tiriamasis viena koja turėjo du kartus kuo greičiau apšuočiuoti aštuoniukės formos kursą, kurio ilgis 5 metrai (8 pav.). Matuojamas laikas sekundėmis, kiek tiriamasis užtrunka atlikti šią užduotį. Šio testo metu įvertinamas čiurnos stabilumas, taip pat galima įvertinti čiurnos sąnrio asimetrija jei čiurna pažeista, lyginant pažeistos kojos laiką su sveikos. Užtikrinant tikslaus laiko nustatymą, tiriamieji buvo filmuojami, vėliau kompiuterio pagalba nustatomas finišo laikas.



8 pav. Šuolių aštuoniuke testas (Caffrey et al., 2009)

4.Viena koja šokinėjimo kursas

Šis testas įvertina tiriamojo gebėjimą išlaikyti pusiausvyrą ant vienos kojos, bei pėdos prisitaikymą prie skirtingo pasvirimo kampo paviršiaus. Šuolių kursas susidėjo iš 8 vienodo išmatavimo kvadratų, keturi iš jų yra lygūs, vienas 15° įkalnės, vienas 15° nuokalnės ir du 15° šoninės nuokalnės. Tiriamajam kuo greičiau reikėjo viena koja iššokinėti pirmyn ir atgal nenukrentant nuo kvadratų. Nulipus nuo kvadrato arba pasirėmus kita koja prie galutinio rezultato pridedama sekundė. Skaičiuojamas buvo laikas, kiek tiriamasis užtrunka atliekant šią užduotį. Tiriamasis tyrimą turėjo atlikti ir viena ir kita koja, tyrimas buvo atliekamas basomis, taip panaikinami įvairūs galimi pašaliniai trukdymai (9 pav.). Užtikrinant tikslaus laiko nustatymą, tiriamieji buvo filmuojami, vėliau kompiuterio pagalba nustatomas finišo laikas.



9 pav. *Viena koja šokinėjimo kursas.*

2.3. Tyrimo organizavimas

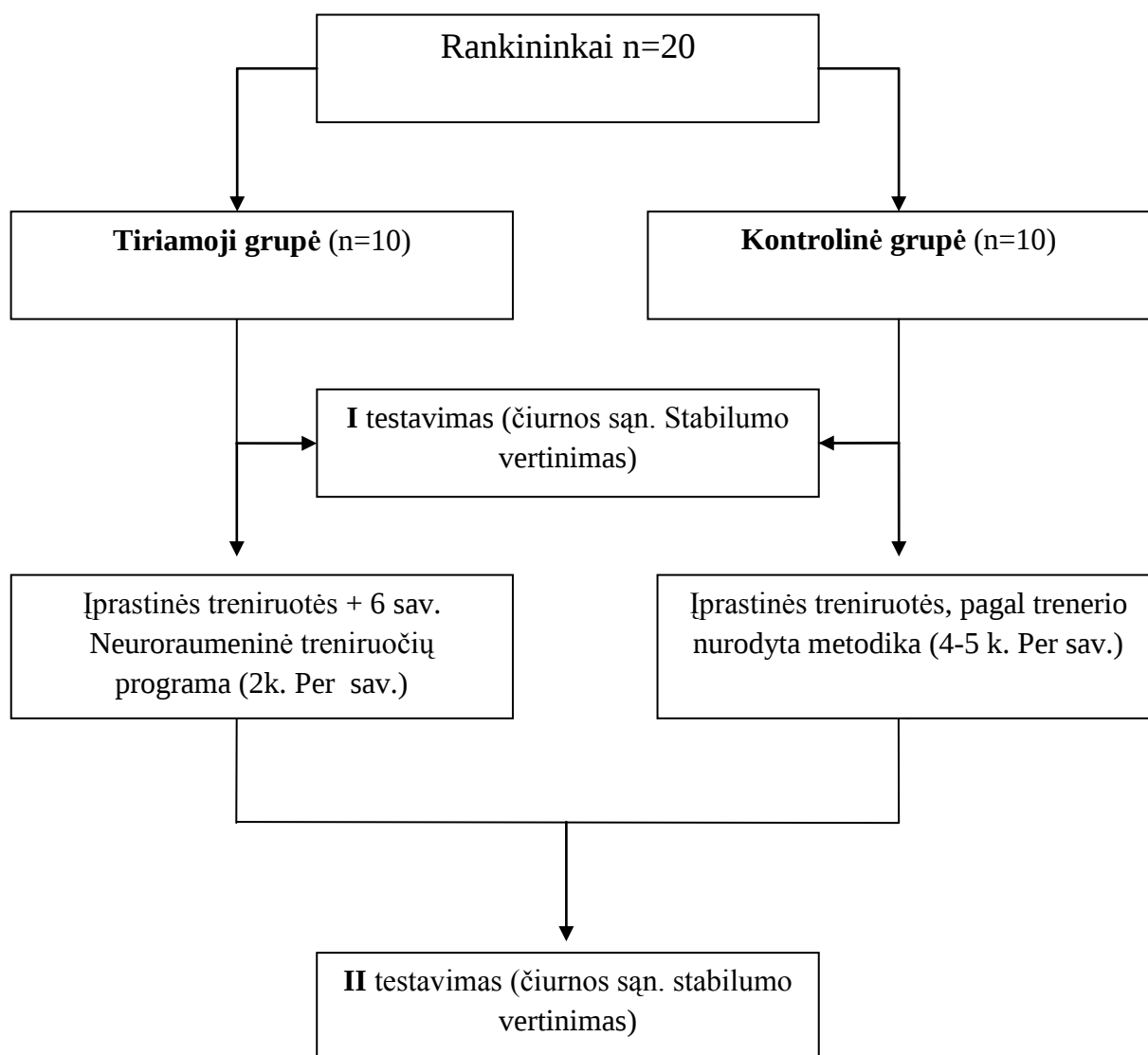
Tyrimas buvo atliktas 2012-2013 metais, gruodį bei vasario mėn. sporto mokykloje „Gaja“. Kontrolinei grupei ($n=10$) buvo taikomos įprastinės treniruotės, kurių metodika parenka treneris, treniruotės vyko 4-5 kartus per savaitę, o tiriamajai grupei buvo taikomos įprastinės treniruotės 2-3 kartus per savaitę ir neuroraumeninė treniruočių programa, kuri truko 6 savaites, 2 kartus per savaitę. Testavimai buvo atlikti du kartus prieš pradedant tyrimą, ir praėjus 6 savaitėms. Atrankos kriterijus - tiriamieji negalėjo būti patyrę apatinės galūnės traumų, vienerių metų laikotarpį. Visiems tyrime dalyvavusiems rankininkams, testavimo metu, čiurnos sąnario

stabilumui vertinti buvo taikoma Y pusiausvyros testas (modifikuotas žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas), šuolių aštuoniuke testas, viena koja šokinėjimo kursas.

Neuroraumeninės treniruotės tikslas buvo sumažinti apatinių galūnių traumos rizikos faktorius. Norint įgyvendinti tikslą reikėjo didinti raumenų jėgą bei gerinti stabilumą. Pratimų pagrindinis principas buvo, mokėti kontroliuoti masės centrą dinaminių pratimų metu. Šios treniruotės buvo vedamos prie įprastinių treniruočių 2 kartus per savaitę, iš viso 6 savaites. Kiekviena neuroraumeninė treniruotė susidėjo iš trijų dalių: apšilimo (apie 5-10 min.), kurio metu buvo atliekami vikrumo pratimai, panaudojant greičio lavinimo kopetėles. Pagrindinė dalis (apie 40 min), kurios metu taikomi dinaminės pusiausvyros lavinimo pratimai, propriocepcijos gerinimo pratimai, pliometriniai pratimai. Atvėsimo metu buvo atliekami tempimo pratimai apie 10 min. NRT užtrukdavo apie 60 min. Pratimai buvo atliekami progresavimo principu nuo lengvesnių prie sunkesnių. Pratimas buvo pakeičiamas kitu, kai sportininkas atlikdavo jį taisyklingai, taip kaip reikalaujama ir tik tada būdavo daromas sekantis pratimas. Norint pagerinti stabilumą, buvo naudojami skirtingi paviršiai.

Naudojama pratimų programa paimta iš ankstinių tyrimų publikacijų, kurios nurodė pratimų efektyvumą, sumažinant apatinės galūnės traumų riziką (Filipa et al., 2010). Šios programos pratimai akcentuojami apatinės galūnės jėgai ir juosmeninės stuburo dalies stabilizavimui. Programos tikslas pagerinti sportininkų gebėjimą kontroliuoti masės centrą atliekant dinaminę veiklą.

2 lentelė. Tyrimo organizavimo schema

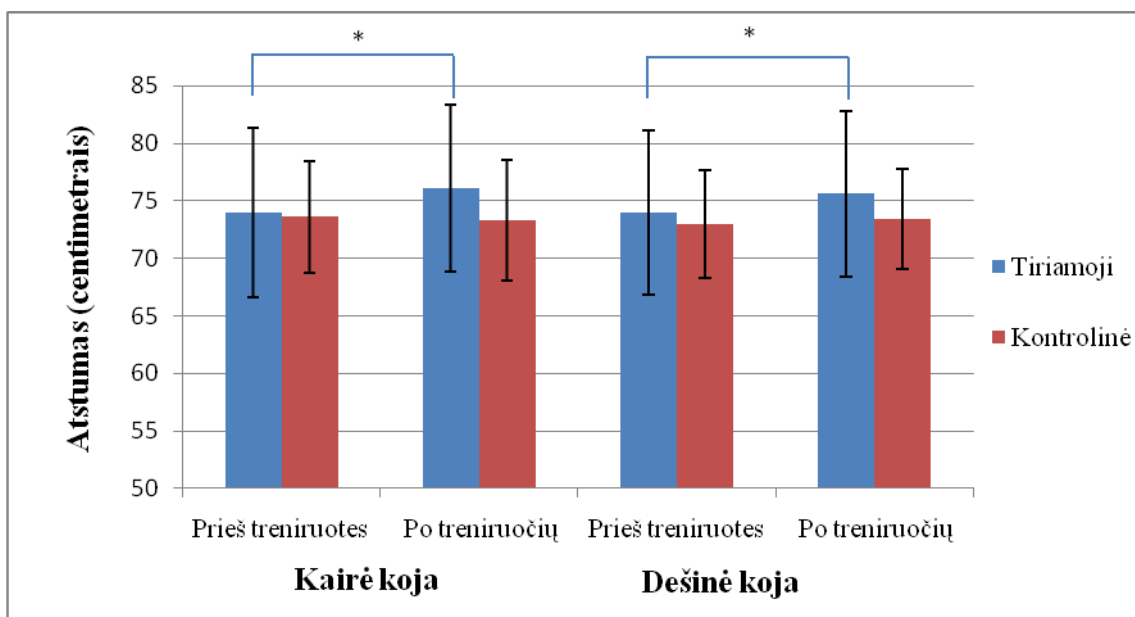


Matematinė statistika. Statistinių duomenų analizei atlikti buvo naudojama SPSS 17.0 ir „Microsoft Office Excel 2010“ statistinės programos. Tiriamiesiems požymiams įvertinti buvo skaičiuojami aritmetinis vidurkis ($\bar{x}$), bei standartinis nuokrypis (SD). Reikšmingumo lygmuo buvo apskaičiuotas „SPSS 17“, kartotinių matavimų dviejų veiksnių dispersinė analizė (angl. repeated measures ANOVA), reikšmingumo lygmuo, kai $p < 0,05$.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1. Modifikuotas žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testas

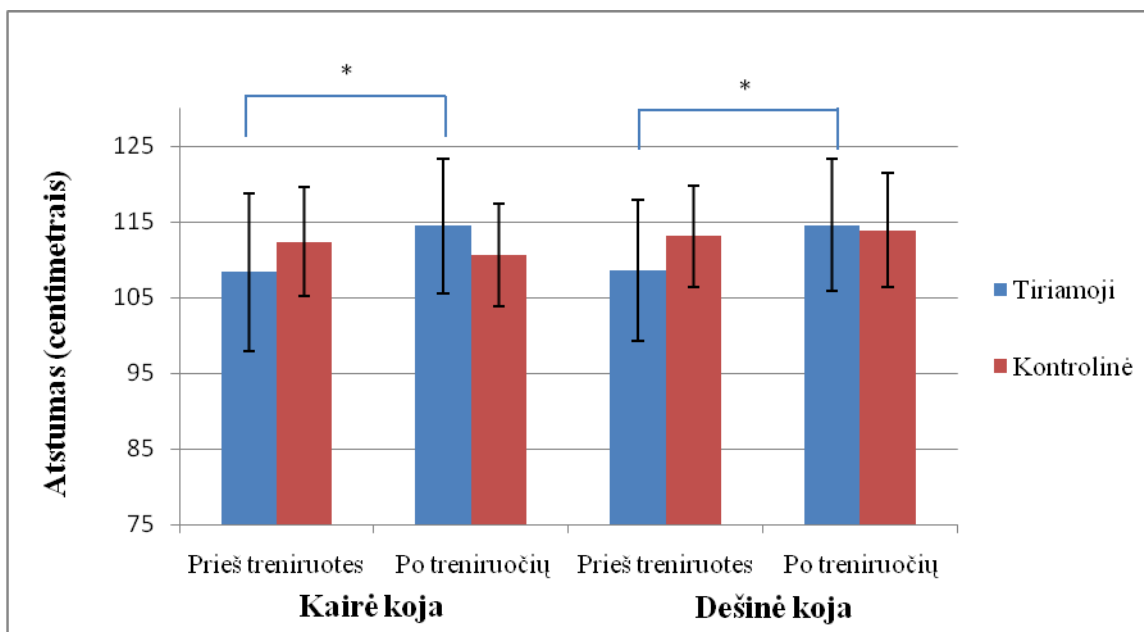
Tiriamosios ir kontrolinės grupės indikatoriaus stūmimo pirmyn kaire ir dešine koja prieš ir po treniruočių, rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 10 pav. Tiriamosios grupės indikatoriaus stūmimo kaire ir dešine koja atstumai statistiškai reikšmingai pagerėjo lyginant prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po treniruočių statistiškai reikšmingo pagerėjimo nenustatėme ($p > 0,05$).



10 pav. Kontrolinės ir tiriamosios grupės indikatoriaus stūmimo pirmyn dešine ir kaire koja atstumai

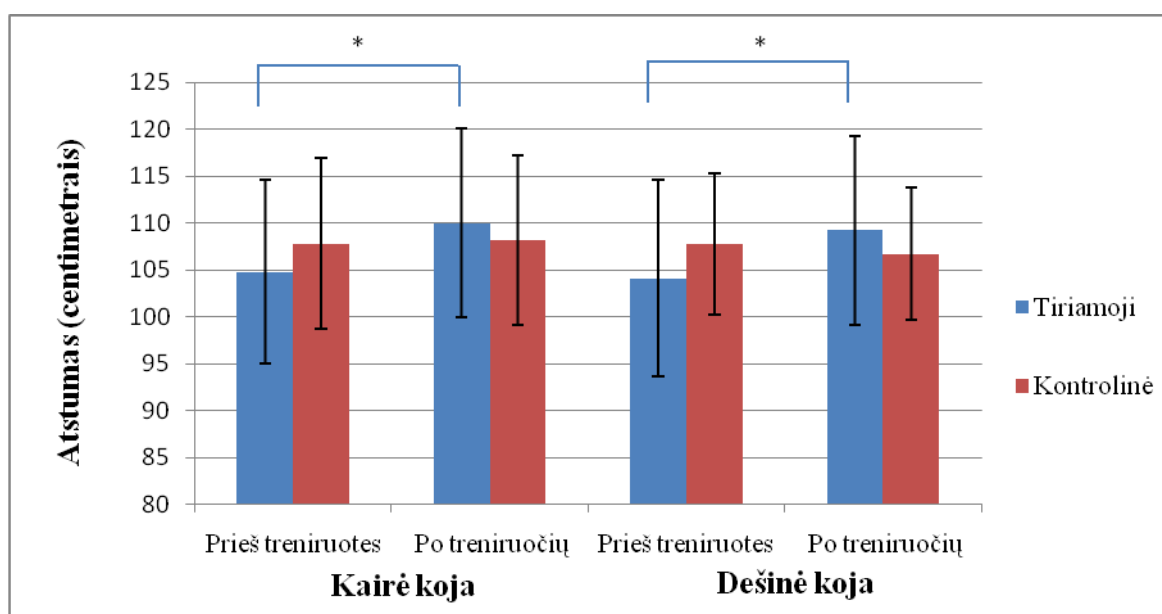
* - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

Indikatoriaus stūmimo į vidinę pusę kaire ir dešine koja rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai prieš ir po treniruočių pateikti 11 pav. Tiriamosios grupės indikatoriaus stūmimo kaire ir dešine koja atstumai statistiškai reikšmingai pagerėjo lyginant duomenis prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po treniruočių statistiškai reikšmingo pagerėjimo nebuvo rasta ($p > 0,05$).



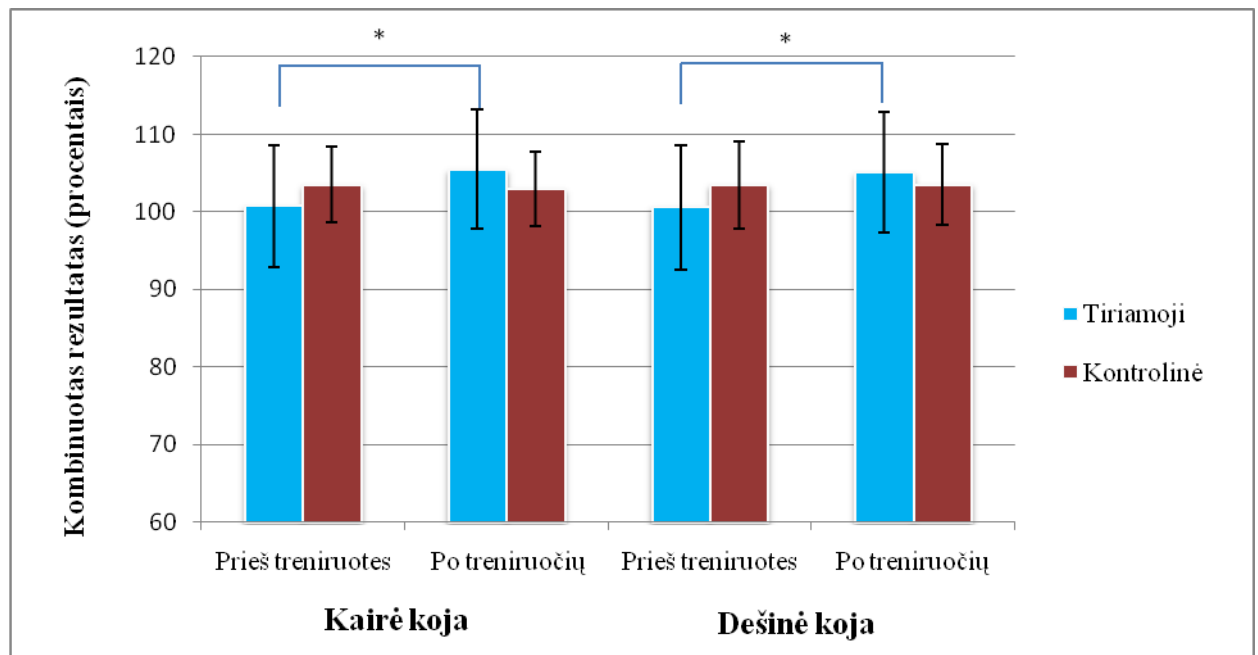
11 pav. Indikatoriaus stūmimo į vidinę pusę dešine ir kaire koja atstumai
* - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

Indikatoriaus stūmimo į išorinę pusę kaire ir dešine koja rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai prieš ir po treniruočių pateikti 12 pav. Tiriamosios grupės indikatoriaus stūmimo kaire ir dešine koja atstumai statistiškai reikšmingai pagerėjo lyginant prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po treniruočių statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatėme ($p > 0,05$).



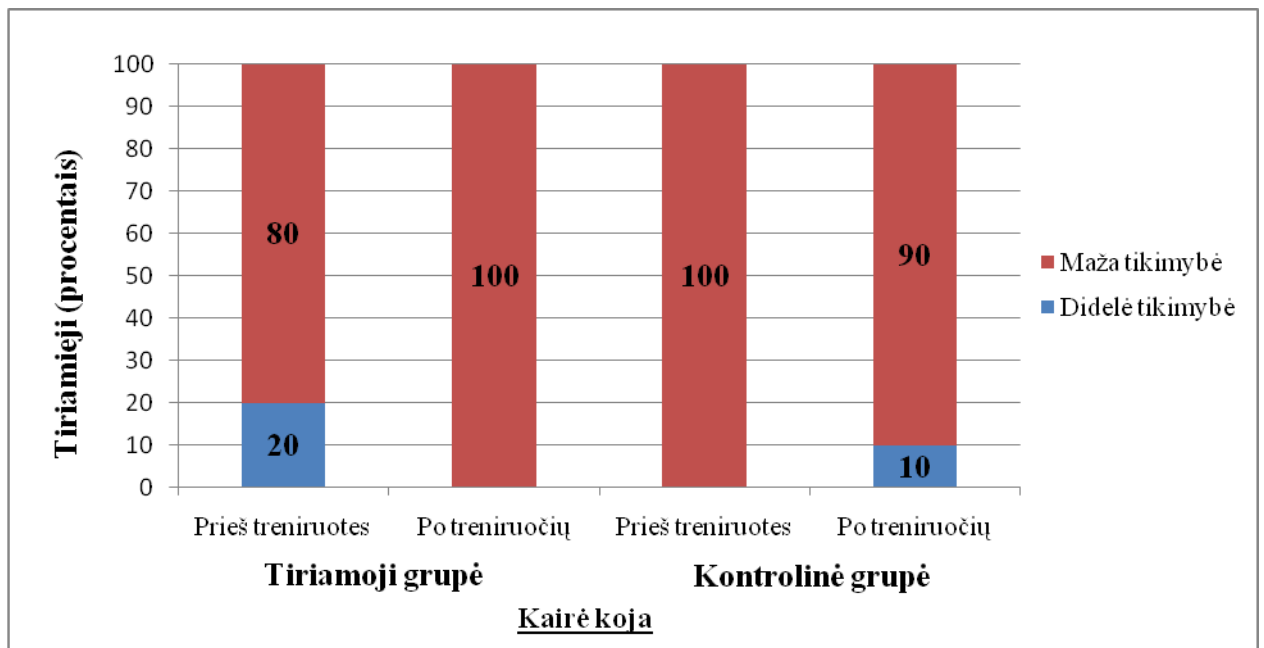
12 pav. Indikatoriaus stūmimo į išorinę pusę dešine ir kaire koja atstumai
* - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

Įvedus modifikuoto žvaigždės nuokrypio testo duomenų rezultatus į formulę (Plisky et al., 2009) gavome tokius dešinės ir kairės kojos kombinuotus rezultatus (rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai prieš ir po treniruočių pateikti 13 pav.) Tiriamosios grupės kombinuotas rezultatas kaire ir dešine koja statistiškai reikšmingai pagerėjo lyginant duomenis prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo rasta ($p > 0,05$).

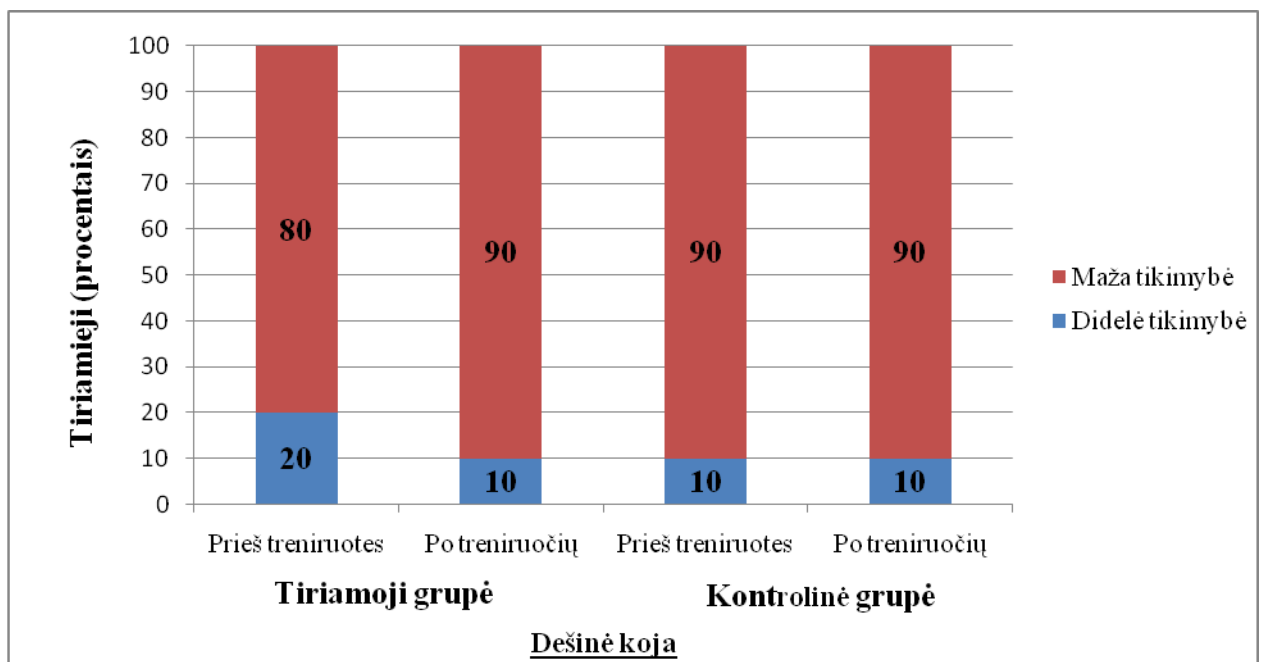


13 pav. Kombinuotas rezultatas dešine ir kaire koja
 * - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

Tiriamųjų dešinės ir kairės kojos tikimybės patirti čiurnos traumas skaičius ir procentinis pasiskirstymas skirtingose grupėse (14 ir 15 pav.) Atlikus pirmą testavimą buvo nustatyta, kad tiriamajoje grupėje 20 proc. tiriamųjų turi tikimybę patirti dešinės ir kairės čiurnos traumas. Atlikus antrą testavimą po neuroraumeninės treniruočių programos tiriamajoje grupėje, buvo nustatyta maža tikimybė patirti kairės čiurnos traumą, tikimybė patirti dešinės čiurnos traumą turėjo 10 proc. tiriamųjų. Kontrolinėje grupėje atlikus pirmą testavimą buvo nustatyta maža tikimybė patirti kairės čiurnos traumą, atlikus antrąjį 10 proc. tiriamųjų turėjo tikimybę patirti kairės čiurnos traumą. Kontrolinės grupės tikimybė patirti dešinės čiurnos traumą išliko nepakitusi – 10 proc.



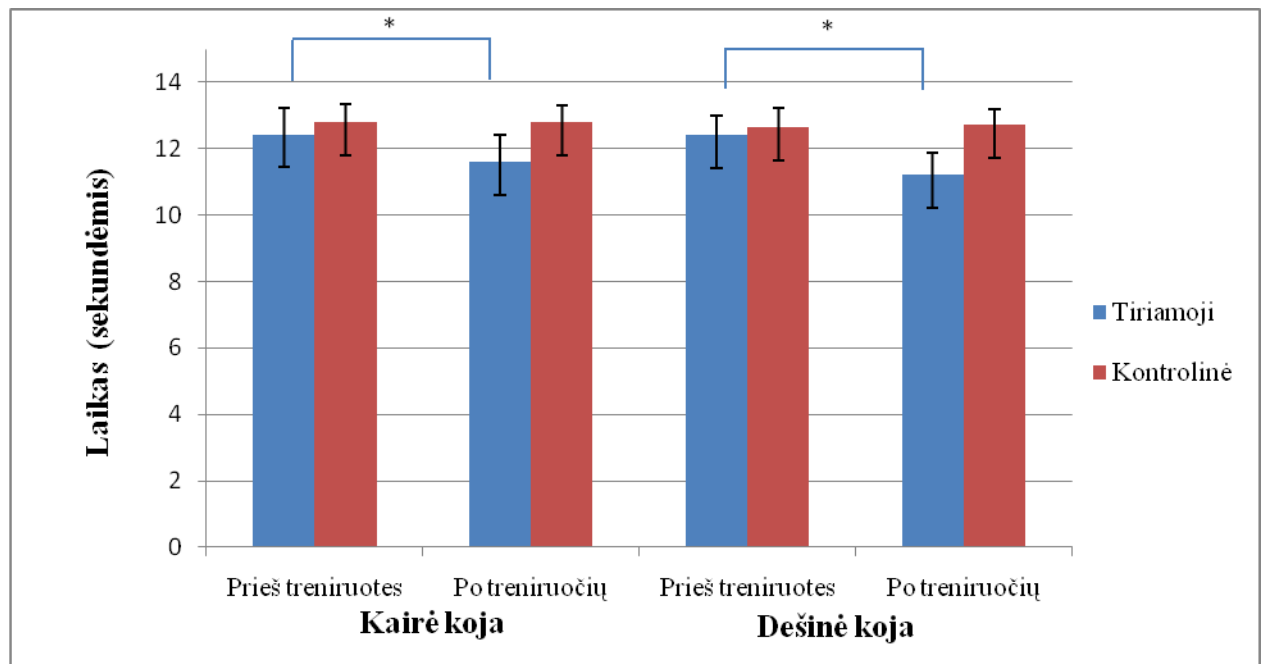
14 pav. Procentinis tiriamųjų pasiskirstymas pagal tikimybę patirti kairės čiurnos traumą



15 pav. Procentinis tiriamųjų pasiskirstymas pagal tikimybę patirti dešinės čiurnos traumą

3.2. Šuolių aštuoniuke testas

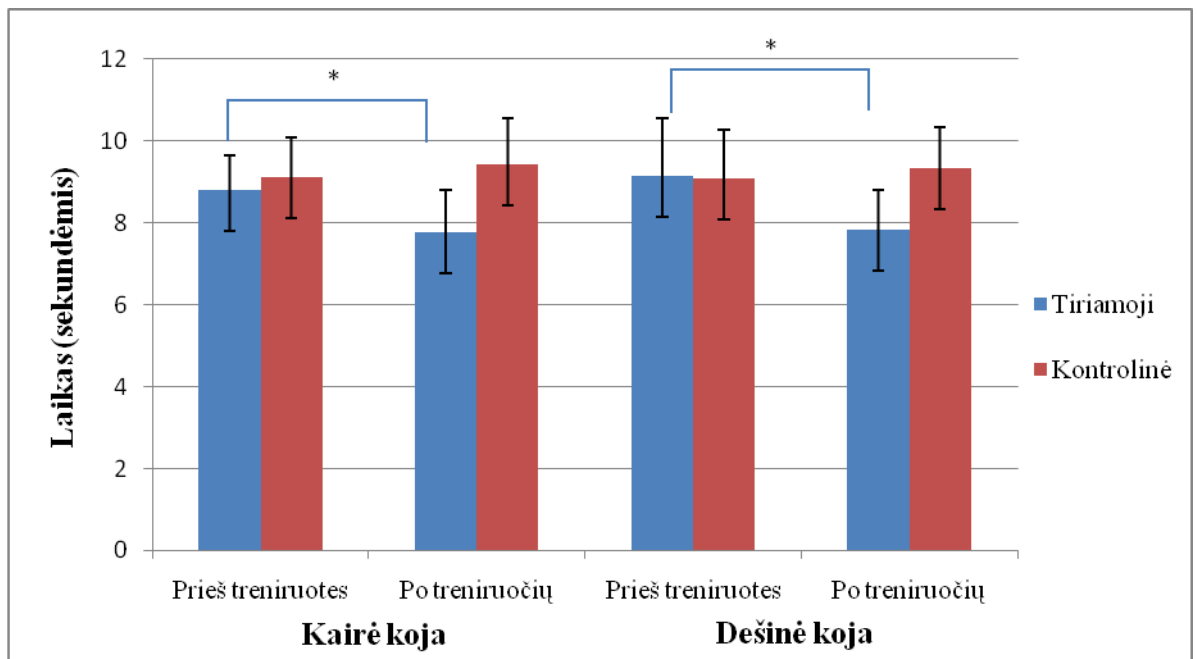
Tiriamosios ir kontrolinės grupės šuolių aštuoniuke kaire ir dešine koja, prieš ir po treniruočių rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 16 pav. Tiriamosios grupės šuolių aštuoniuke kaire ir dešine koja laikas statistiškai reikšmingai pagerėjo, lyginant duomenis prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo rasta ($p > 0,05$).



16 pav. Šuolių aštuoniuke testo rezultatai dešine ir kaire koja
 * - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

3.3. Viena koja šokinėjimo kursas

Tiriamosios ir kontrolinės grupės šokinėjimo kurso kaire ir dešine koja, prieš ir po treniruočių, rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 17 pav. Tiriamosios grupės šokinėjimo kurso, kaire ir dešine koja duomenys statistiškai reikšmingai pagerėjo, lyginant duomenis prieš treniruotes ir po jų ($p < 0,05$). Lyginant kontrolinės grupės duomenis prieš ir po statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo rasta ($p > 0,05$).



17 pav. Viena koja šokinėjimo kurso rezultatai dešine ir kaire koja

* - $p < 0,05$ – statistiškai reikšmingas skirtumas

4. REZULTATŲ APITARIMAS

Savo tyrime bandėme nustatyti neuroraumeninės treniruočių programos poveikį čiurnos sąnario stabilumui, stabilumą vertinome trimis testais – Y pusiausvyros testas (modifikuotas žvaigždės nuokrypio testas), šuolių aštuoniuke testas, viena koja šokinėjimo kursas.

Išsikėlėme hipotezę, kad neuroraumeninė treniruočių programa trunkanti 6 savaites pagerins rankininkų čiurnos sąnario stabilumą, pagerins apatinės galūnės funkciją. Hipotezė pasitvirtino, tiriamosios grupės rezultatai po neuroraumeninės treniruočių programos reikšmingai pagerėjo. Šie rezultatai sutampa su A. Filipa et al. (2010) atlikto tyrimo rezultatais, kuris nustatė taipogi statistiškai reikšmingą pagerėjimą po neuroraumeninių treniruočių.

Atlikus Y pusiausvyros testą, kontrolinės grupės rezultai, visomis kryptimis (į priekį, į vidinę pusę, į išorinę pusę) reikšmingo skirtumo neturėjo. Įvedus kontrolinės grupės modifikuoto žvaigždės nuokrypio testo duomenų rezultatus į formulę kuri pateikiama P. Plisky et al. (2009) tyrime ir gavus kombinuotą rezultatą palyginome duomenis prieš ir po treniruočių, taipogi skirtumo nebuvo rasta. Palyginus tiriamosios grupės rezultatus visomis kryptimis (į priekį, į vidinę pusę, į išorinę pusę) buvo nustatytas reikšmingas rezultatų pagerėjimas prieš ir po neuroraumeninės treniruočių programos. Įvedus tiriamosios grupės modifikuoto žvaigždės nuokrypio testo duomenų rezultatus į formulę P. Plisky et al. (2009) ir gavus kombinuotą rezultatą palyginome duomenis prieš ir po treniruočių, nustatytas reikšmingas skirtumas, rezultatai pagerėjo. Remiantis dešinės ir kairės kojos modifikuoto žvaigždės nuokrypio pusiausvyros testo kombinuotų duomenų formulės P. Plisky, (2006) gautais rezultatais ir palyginus su nustatytais procentiniais traumos tikimybės dydžiais, jei tiriamojo surinkti duomenys mažesni nei 94 proc. yra 3 kartus didesnė tikimybė patirti čiurnos traumą, jei daugiau nei 94 proc. maža tikimybė patirti čiurnos pažeidimus, buvo gautas tiriamųjų dešinės ir kairės kojos tikimybės patirti čiurnos traumas skaičius ir procentinis pasiskirstymas skirtingose grupėse. Atlikus pirmą testavimą buvo nustatyta, kad tiriamojoje grupėje 20 proc. tiriamųjų turi tikimybę patirti dešinės ir kairės čiurnos traumas. Atlikus antrą testavimą po neuroraumeninės treniruočių programos tiriamojoje grupėje, buvo nustatyta maža tikimybė patirti kairės čiurnos traumą, tikimybė patirti dešinės čiurnos traumą turėjo 10 proc. tiriamųjų. Kontrolinėje grupėje atlikus pirmą testavimą buvo nustatyta maža tikimybė patirti kairės čiurnos traumą, atlikus antrą 10 proc. tiriamųjų turėjo tikimybę patirti kairės čiurnos traumą. Kontrolinės grupės tikimybė patirti dešinės čiurnos traumą išliko nepakitusi – 10 proc.

Gauti Y pusiausvyros testo rezultatai (visos indikatoriaus stūmimo kryptys) sutampa su kitų autorių A. Filipa et al., (2010). gautais duomenimis, kurie nustatė statistiškai reikšmingą rezultatų pagerėjimą prieš ir po neuroraumeninės programos atliekant testavimą Y pusiausvyros testo pagalba. Taigi galima daryti išvadą, kad neuroraumeninė treniruočių programa pagerina

čiurnos sąnario stabilumą. Atsižvelgiant į tai, kad po neuroraumeninės treniruočių programos tiriamosios grupės procentinis tiriamųjų pasiskirstymas pagal tikimybę patirti čiurnos traumas sumažėjo, galima manyti, kad neuroraumeninė treniruočių programa sumažina tikimybę patirti čiurnos traumą, kiti autoriai – J. Tiemstra, (2012) taip pat teigia, kad neuroraumeninė treniruotė gali sumažinti traumų susijusių su čiurnos sąnariu tikimybę.

W. Petersen (2005), savo tyrimo išvadose teigia – tinkamos neuroraumeninės treniruotės yra puiki prevencija rankininkų kelių ir čiurnų traumoms, autoriaus rezultatai sutampa su mūsų tyrimu.

JL. Thorpe et al. (2008) savo tyrime stebėjo pokyčius taikant tik izoliuotus jėgos pratimus apatinei galūnei, negavo reikšmingų skirtumų prieš ir po pratimų programos panaudojant Y pusiausvyros testą. W. Petersen (2005) taipogi teigia lavinant vien aerobinę ištvermę ar raumenų jėgą ugdančius pratimus, pusiausvyros stabilumas negerėja, juos būtina derinti su grynai pusiausvyros pratimais. Taigi galima manyti, kad reikšmingam skirtumui gauti atliekant Y pusiausvyros testą yra kiti faktoriai tokie kaip, gera raumenų aktyvacija, propriocepcija.

Naudojant šuolių aštuoniuke testą, kuris literatūroje aprašomas kaip vienas jautriausių funkcinio testų čiurnos sąnariui, kontrolinės grupės rezultatuose prieš ir po treniruočių statistiškai reikšmingo skirtumo neradome. Tiriamosios grupės rezultatai prieš ir po treniruotės statistiškai reikšmingai skyrėsi, rezultatai akivaizdžiai pagerėjo.

Viena koja šokinėjimo kurso testo, tiriamosios grupės gauti rezultatai taip pat reikšmingai skyrėsi prieš ir po neuroraumeninės treniruočių programos. Kontrolinėje grupėje statistiškai reikšmingas skirtumas nenustatytas. Galima teigti, kad neuroraumeninė treniruočių programa efektyviai veikia gerinant čiurnos sąnario funkciją. Neradome straipsnių kuriuose būtų vertinamas neuroraumeninės treniruotės efektyvumas šių testų pagalba. Tačiau vertinant neuroraumeninių treniruočių efektyvumą kitais testais – klaidų skaičiavimo sistema (angl. buvo stebimas pusiausvyros pagerėjimas (Tamara et al., 2009)

J.Odriscoll et al. (2011) nagrinėjo neuroraumeninės treniruotės efektyvumą panaudojant 2 testus – modifikuotą žvaigždės nuokrypio testą, bei (angl. Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) ir nustatė statistiškai reikšmingą rezultatų pagerėjimą

Per pastaruosius metus vis daugiau dėmesio pradėta skirti neuroraumeninėms treniruotėms. Neuroraumeninė treniruotė (NRT) tampa neatsiejama kineziterapijos procedūrų sudedamąja dalimi (Cooper et al., 2005).

Nustatyta, kad pratimai atliekami neuroraumeninės treniruotės metu turi didelio poveikio nervų ir raumenų kontrolei bei funkcionavimui. Esant prastai pusiausvyrai padidėja apatinių galūnių traumų rizika (Zech et al., 2010).

Neuroraumeninių treniruočių metu pagerėja judėjimo įgūdžiai. Šios treniruotės pagerina nervų sistemos gebėjimą sukelti greitą ir optimalų raumenų susitraukimą, pagerina koordinaciją, pusiausvyrą, bei propriocepciją, taip užtikrinama optimali apsauginė raumenų funkcija (Lubans et al., 2010).

Čiurnos traumos yra viena iš labiausiai paplitusių traumų susijusių su sportine veikla. 85 proc. pažeidimų sudaro kulkšnies traumos, iš jų 85 proc. traumų yra susijusių su šoniniais raiščiais. Nustatyta, kad pasikartojančios čiurnos traumos sukelia raumenų silpnumą ir mechaninius sutrikimus (Yildiz et al., 2003). Norint sugrįžti į aukštą sportinę veiklą, po čiurnos sąnario traumų reikia nemažai įdėti pastangų ir prarasti daug svarbaus laiko (Yildiz et al., 2009).

Kadangi sportininkų traumatizmas vis dar išlieka labai ūmi problema, reikia ieškoti galimybių šiai problemai užkirsti kelią. Vienas iš sprendimo būdų- prevencinės treniruotės sumažinančios riziką patirti traumą (Petersen et al., 2005). Neuroraumeninės programos parinkimas gali padėti sumažinti sportinių traumų tikimybę (Feigenbaum & Myer, 2010) nuo 15 iki 50 proc. (Myer et al., 2011). Kad būtų geresnis atliekamų pratimų efektyvumas, jie atliekami du tris kartus per savaitę (Feigenbaum et al., 2009).

IŠVADOS

1. Įprastinės treniruotės neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio čiurnos sąnario stabilumui.
2. Neuroraumeninė treniruočių programa statistiškai reikšmingai pagerino čiurnos sąnario stabilumą .
3. Neuroraumeninė treniruočių programa yra efektyvesnė lyginant su įprastinėm treniruotėm gerinant čiurnos sąnario stabilumą.

LITERATŪRA

1. Adirim, T. A., Cheng, T. L. (2003). Overview of Injuries in the Young Athlete. *Sports Medicine*, 33 (1), 75-81.
2. Anandacoomarasamy, A. and Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 39 (3), 14.
3. Buchanan, A. S., Docherty, C. L. and Schrader, J. (2008). Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group. *Journal of Athletic Training*, 43 (4), 342-346.
4. Caffrey, E., Docherty, C. L., Schrader, J. and Klossner, J. (2009). The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 39 (11), 799-806.
5. Caulfield, B., Garrett, M. (2004). Changes in ground reaction force during jump landing in subjects with functional instability of the ankle joint. *Clinical Biomechanics*, 19 (6), 617–621.
6. Chan, K. W., Ding, B. C. and Mroczek, K. J. (2011). Acute and chronic ankle instability in the athlete. *Bulletin of The NYU Hospital for Joint Diseases RSS*, 69, 17-26.
7. Chappell, J. D. and Limpisvasti, O. L. (2008). Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *The American Journal of Sports Medicine*, 36 (6), 1081-1086.
8. Cisek, P., Drew, T. and Kalaska, J. F. (2007). Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. *Progress in Brain Research*, 165, 299–320.
9. Česnys, G. (2002). *Žmogaus osteologija*. Vilnius: „Rotas”.
10. Dadelienė, R. (2006). *Sporto medicinos pagrindai*. Vilnius: Lietuvos sporto informacijos centras.
11. Dadelienė, R. (2008). *Kineziologija*. Vilnius: Lietuvos sporto informacijos centras.
12. Dayakidis, M. K. and Boudolos, K. (2006). Ground reaction force data in functional ankle instability during two cutting movements. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 21, 405-411.
13. Delahunt, E., Coughlan, G. F., Caulfield, B., et al. (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42, 2106-2121.

14. Docherty, C. L., Arnold, B. L., Gansneder, B. M., et al. (2005). Functional performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *JAM Train*, 40, 30-34.
15. Earl JE. and Hertel J. (2001). Lower extremity muscle activation during the Star Excursion balance Tests. *Journal Sport Rehabilitation*, 10, 93-105.
16. Eechaute, C., Vaes, P., Van Aerschot, L., et al. (2007). The clinimetric qualities of patient-assessed instrument for measuring chronic ankle instability: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8, 30-37.
17. Emery, C. A., Cassidy, J. D. Klassen, T. P. et al. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal*, 172, 749-754.
18. Ergen, E. and Ulkar, B. (2008). Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clinics in Sports Medicine*, 27 (1), 195-217.
19. Evans, T., Hertel, J. and Sebastianelli, W. (2004). Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot and Ankle International*, 25 (11), 833-839.
20. Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., et al. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, S60-79.
21. Faigenbaum, A. D. and Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 56-63.
22. Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M. V., et al. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*, 40 (9), 551-558.
23. Fong, D. T., Hong, Y., Chan, L. K. et al. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*, 37, 73-94.
24. Gribble, P. A., Hertel, J., Denegar, C. R. and Buckley, W. E. (2004). The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 39 (4), 321-329.
25. Gribble, P. A., Hertel, J. and Denegar, C. R. (2007). Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the star excursion balance test. *International Journal of sports medicine*, 3, 236-246.
26. Grindstaff, T., Hamill, R., Tuzson, A. and Hertel, J. (2006). Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *Journal of Athletic Training*, 41 (4), 450-456.
27. Hale, S. A., Hertel, J. and Olmsted-Kramer, L. C. (2007). The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in

- individuals with chronic ankle instability. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37, 303–311.
28. Herrington, L., Hatcher, J., Hatcher, A. and McNicholas, M. (2009). A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL-deficient patients and asymptomatic controls. *Knee*, 16, 149–152.
 29. Hertel, J. (2000). Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Medicine*, 29, 361–371.
 30. Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37 (4), 364–375.
 31. Hertel, J., Olmsted-Kramer, L. C. and Challis, J. (2006). Time-to-boundary measures of postural control during quiet single leg standing. *Journal of Applied Biomechanics*, 22 (1), 67–73.
 32. Hertel, J. and Olmsted-Kramer, L. C. (2007). Deficits in time-to-boundary measures of postural control with chronic ankle instability. *Gait Posture*, 25 (1), 33–39.
 33. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., et al. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *American Journal of Sports Medicine*, 33 (4), 492–501.
 34. Hewett, T. E., Ford, K. R. and Myer, G. D. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *American Journal of Sports Medicine*, 34 (3), 490–498.
 35. Hiller, C. E., Refshauge, K. M., Bundy, A.C., et al. (2006). The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 1235–1240.
 36. Hinton R. Y., Lincoln, A. E., Almquist, J.L. et al. (2005). Epidemiology of lacrosse injuries in high school-aged girls and boys. A 3-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 33, 1305–1314.
 37. Holme, E., Magnusson, S. P., Becher, K. et al. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 9 (2), 104–109.
 38. Huang, Ch. Y., VanSwearingen, J. M., Brach, J. S. (2008). Gait Variability in Older Adults: Observational Rating Validated by Comparison With a Computerized Walkway Gold Standard. *American Physical Therapy Association*, 88, 10.

39. Hubbard, T. J., Kaminski, T. W., Griend, R. A., et al. (2004). Quantitative assessment of mechanical laxity in the functionally unstable ankle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (5), 760–766.
40. Hubbard, T. J., Kramer L. C., Denegar C. R. and Hertel J. (2007). Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle International*, 28, 343-354.
41. Hubbard, T. J. and Hicks-Little, C. A. (2008). Ankle ligament healing after an acute ankle sprain: an evidence-based approach. *Journal of Athletic Training*, 43 (5), 523-529.
42. Hubscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., et al. (2010). Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42 (3), 413-421.
43. Yavuzer, G., Eser, F., Karakus, D., et al. (2006). The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 20, 960–969.
44. Yildiz, Y., Aydin, T., Sekir, U., et al. (2003). Peak and end range eccentric evertor/concentric invertor muscle strength ratios in chronically unstable ankles: comparison with healthy individuals. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 70-76.
45. Yildiz, Y., Sekir, U., Hazneci, B., et al. (2009). Reliability of a functional test battery evaluating functionality, proprioception and strenght of the ankle joint. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 39 (1), 115-123.
46. Keith, W., Chan, M. D. Bryan, C., et al. (2011). Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 69 (1), 17-26.
47. Knowles, S. B., Marshall, S. W., Miller, T., et al. (2007). Cost of injuries from a prospective cohort study of North Carolina high school athletes. *Injury Prevention*. 2007;13(6):416–21.
48. Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., et al. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Medicine*, 40, 1019–1035.
49. McGregor, S. J., Armstrong, W. J., Yaggie, J. A., et al. (2011). Lower extremity fatigue increases complexity of postural control during a single-legged stance. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 4(8), 43.
50. McGuine, T. A. and Keene, J. S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 34 (7), 1103-1111.
51. McKeon, P. O. and Hertel, J. (2008a). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. *Journal of Athletic training*, 43 (3), 293-304.

52. McKeon, P. O. and Hertel, J. (2008b). Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective? *Journal of Athletic Training*, 43 (3), 305–315.
53. McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., et al. (2008c). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 1810-1819.
54. Myer, G. D., Ford, K. R., McLean, S. G. and Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *The American Journal of Sports Medicine*, 34 (3), 445-455.
55. Myer, G., Ford, K. R., Brent, J. L. and Hewett, T. E. (2007). Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders*, 8 (2), 39-46.
56. Myer, G. D., Brent, J. L., Ford, K. R. and Hewett, T. E. (2008). A pilot study to determine the effect of trunk and hip focused neuromuscular training on hip and knee isokinetic strength. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 614-619.
57. Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., et al. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries in youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10 (3), 155-166.
58. Moreira, V. and Antunes, F. (2008). Ankle Sprains. From diagnosis to management. The physiatric view. *Acta Medica Portuguesa*, 21, 285-292.
59. Morrison, K. E. and Kaminski, W. (2007). Foot characteristics in association With inversion ankle injury. *National athletic. Trainers Association*, 42 (1), 135-142.
60. Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system foundations for Physical Rehabilitation*. Mosby.
61. O'Driscoll, J., Kerin, F. and Delahunt, E. (2011). Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: A Case report. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3, 13.
62. Okanobo, H., Khurana, B., Sheehan, S., et al. (2012). Simplified diagnostic algorithm for Lauge-Hansen classification of ankle injuries. *RadioGraphics*, 32, E71-E84.
63. Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J. and Shultz, S. J. (2002). Efficacy of the Star excursion Balance Test in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37 (4), 501-506.
64. Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., et al. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *British Medicine Journal*, 2 (26), 330-449.

65. Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Stone, M. B. and Krause, B. A. (2002). Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11, 51–66.
66. Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A. and Berkes, I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 42 (10), 472–476.
67. Pasanen, K., Parkkari, J., Pasanen, M., et al. (2008). Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *British Medical Journal*, 6 (12), 96–99.
68. Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A. and Berkes, I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 42 (6), 472–476.
69. Pavilionis, S., Burneikis, E., Gavelis, V., ir kt. (1984). *Žmogaus anatomija*. Vilnius.
70. Peterson, L. and Renström, P. (2001). *Sports injuries – 3rd Edition – Their Prevention and Treatment*. United states: Human Kinetics
71. Peterson, W., Braum, C., Bock, W., et al. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125 (9), 614–621.
72. Peurala, H., Titianova, E.B., Mateev, P., et al. (2005). Gait characteristics after gait-oriented rehabilitation in chronic stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 23, 57–65.
73. Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W. and Underwood, F. B. (2006). Star Excursion balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *Journal of Orthopedic & Sport Physical Therapy*, 36 (12), 912 – 919.
74. Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., et al. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 4, 92–99.
75. Pollard, C. D., Sigward, S. M., Ota, S., et al. (2006). The influence of in-season injury prevention training on lowerextremity kinematics during landing in female soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine* 16 (3), 223–227.
76. Rothermel, S., Hale, S. A., Hertel, J. and Denegar, C. R. (2004). Effect of active foot positioning on the outcome of a balance training program. *Physical Therapy in Sport*, 5 (2), 98–103.
77. Scharma, N., Scharma, A. and Sandhu, J. S. (2011). Functional performance testing in athletes with functional ankle instability. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2 (4), 249–258.

78. Schneider, S., Seither, B., Tonges, S. and Schmitt, H. (2006). Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (4), 334–339.
79. Skurvydas, A. (2010). *Judesių mokslas: raumenys, valdymas, mokymas, reabilitavimas, sveikatinimas, treniravimas, metodologija*. Kaunas: LKKA.
80. Skurvydas, A. (2011). *Modernioji neuoreabilitacija. Judesių valdymas ir proto treniruotė*. Kaunas: LKKA.
81. Stasiulevičius, G. (1999). *Rankinis*. Kaunas: Šviesa.
82. Stasiulevičius, G. ir Garbaliuskas, Č. (2007). *Lietuvos studentų rankinis*. Kaunas: Arx Baltica.
83. Stropus, R., Tamašauskas, A. K. ir Paužienė, N. (2005). *Žmogaus anatomija*. Kaunas: Vitae Litera.
84. Stonkus, S. (2002). *Sporto terminų žodynas*. Kaunas: LKKA.
85. Tamara, C., McLeod, V., Armstrong, T., et al. (2009). Sauers Balance Improvements in Female High School Basketball Players After a 6-Week Neuromuscular-Training Program. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18, 465-481.
86. Tamašauskas, K. A. ir Stropus, R. (2003). *Žmogaus anatomija*. Kaunas: KMU.
87. Thorpe, J. L. and Ebersole, K. T. (2008). Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *Strength and Conditioning Journal Research*, 22, 1429-1433.
88. Tiemstra, J. D. (2012). Update on acute ankle sprains. *American Family Physician*, 85 (12), 1170-1176.
89. Van Rijn, R. M., van Os, A. G., Bernsen, R. M. et al. (2008). Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *American Journal of Medicine*, 121, 324-331.
90. Verhagen, E., van der Beek, A., Twisk, J. et al. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 32 (6), 1385–1393.
91. Wang, H. K., Chen, C. H., Shiang, T. Y., et al. (2006). Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: a prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 821-825.
92. Wernbom, M., Augustsson, J. and Thomee, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*, 37 (3), 225-264.

93. Wikstrom E. A., Tillman, M. D., Chmielewski, T. L., et al. (2009). Self-assessed disability and functional performance in individuals with and without ankle instability: A Case Control Study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2 (10), 2519- 2989.
94. Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., et al. (2002). Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *Journal of Athletic Training*, 37, 487-493.
95. Wilson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M.L. and Davis, I.M. (2005). Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and Injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13, 316–325.
96. Zatsiorsky, V. M. and Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
97. Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., et al. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35, 1123-1130.
98. Zech, A., Hubscher, M., Vogt, L., et al. (2009). Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(10), 1831-1841.
99. Zech, A., Hubscher, M., Vogt, L., et al. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45 (4), 392-403.