



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Aida Jurkevičiūtė

**Individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimas
eisenos analizės rezultatų pagrindu**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Aurelijus Domeika

KAUNAS, 2018

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**Individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimas
eisenos analizės rezultatų pagrindu**

Baigiamasis magistro projektas
Gamybos inžinerija (621H70004)

Vadovas: doc. dr. Aurelijus Domeika

(parašas)

(data)

Recenzentas: dr. Anatolijus Šulginas

(parašas)

(data)

Projektą atliko: Aida Jurkevičiūtė

(parašas)

(data)

Kaunas, 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

(Studento vardas, pavardė)

Gamybos inžinerija (621H70004)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. Sausio _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Aidos Jurkevičiūtės**, baigiamasis projektas tema „Individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimas eisenos analizės rezultatų pagrindu“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Tvirtinu:

Gamybos
inžinerijos
katedros
vedėjas

_____ (parašas, data)

Kazimieras Juzėnas

_____ (vardas, pavardė)

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS
Studijų programa GAMYBOS INŽINERIJA

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis projektas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Projekto tema: „Individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimas eisenos analizės rezultatų pagrindu“.

Patvirtinta 2017 m. gruodžio 11 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-12

2. Projekto tikslas: vaiko eisenos analizės rezultatų pagrindu sudaryti metodiką, individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimui.

3. Projekto struktūra : Darbą turi sudaryti: santraukos lietuvių ir anglų kalbomis; įvadas, kuriame išryškintas darbo tikslas, aktualumas, uždaviniai, tyrimo metodai ir priemonės; panaudotų literatūros šaltinių apžvalga; tyrimo metodo aprašymas; tyrimo rezultatai; išvados ir literatūros sąrašas.

4. Reikalavimai ir sąlygos Tyrimo objektas: vaikai, turintys eisenos pakitimų, kuriems reikalinga ortopedinė avalynė.

5. Projekto pateikimo terminas 2017 m. gruodžio mėn. 21 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis

Studentas Aida Jurkevičiūtė
(studento vardas, pavardė)

_____ (parašas, data)

Vadovas doc. dr. Aurelijus Domeika
(pareigos, vardas, pavardė)

_____ (parašas, data)

Aida Jurkevičiūtė., Individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimas eisenos analizės rezultatų pagrindu . Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Aurelijus Domeika; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas, Gamybos inžinerijos katedra.

Kaunas, 2018. 52 psl.

Santrauka

Kol kas ortopedinės avalynės gamintojai naudojami įprasta pėdos išspaudimo metodika, kurios rezultatai gaunami pacientui stovint. Tai negali būti tikslu, nes ortopedinė avalynė skirta vaikščioti. Taip pat, labai svarbus avalynės įtakos stebėjimas, kaip ir kiek keičiasi eisenos parametrai, praėjus laiko avalynės naudojimo laikotarpiu. Kitaip tariant, svarbu gauti grįžtamąjį ryšį tarp paciento ir gydytojo bei ortopedinės avalynės gamintojo. Tai gydymo procesas, kuris neturi užsibaigti avalynės pagaminimu. Paciento eisenos pokyčiai turi būti periodiškai fiksuojami, o avalynė taisoma. Eisenos analizės rezultatų pagrindas – individualios ortopedinės avalynės kokybiškumas.

Atliekant šį darbą, buvo surinkta įvairaus amžiaus vaikų grupė (3 – 7 metų), kurioje kiekvienas tiriamasis turėjo savitų eisenos pakitimų. Tyrimas atliktas naudojant „, Rehawalk HP Cosmos “ bėgtakį, duomenų analizė ir rezultatai atlikti naudojantis „, The Zebris FDM-T “ sistema.

Tyrimas atliktas Kauno technologijos universiteto biomechatronikos laboratorijoje. Nustatyta, kad eisenos analizės rezultatai yra neatsiejama informacija, norint sukurti kokybišką individualią ortopedinę avalynę bei sukurtas modelis individualizuotai vaikiškai ortopedinei avalynei gaminti.

Aida, Jurkevičiūtė, *Development of individualized children's orthopedic footwear on the basis of gait analysis results*, Master's Final Project / supervisor assoc. doc.dr. Aurelijus Domeika. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Production Engineering, Technological sciences.

Kaunas, 2018. 52 p.

Summary

So far, orthopedic footwear manufacturers have used the usual foot stroke technique, which results in patient standing. This may not be the point because the orthopedic footwear is intended for walking. Also, it is very important to monitor the influence of footwear on how much lace parameters change after the time of wearing shoes. In other words, it is important to get feedback from the patient and the doctor and the manufacturer of orthopedic footwear. It is a process of healing that does not end with the production of footwear. Changes in the patient's passage must be periodically recorded and the footprint is corrected. The basis of the results of the analysis is the quality of the individual orthopedic footwear.

In this work, a group of children of different ages (3 to 7 years old) was collected, in which each subject had specific changes in the course of the gait. The study was performed using the Rehawalk HP Cosmos Faucet, data analysis and results using the The Zebris FDM-T system.

The research was carried out at the Kaunas University of Technology biomechatronics laboratory. It has been determined that the results of the stroke analysis are inseparable information for the purpose of developing a quality individual orthopedic footwear and a model for the production of a child-like orthopedic footwear is developed.

Turinys

SANTRAUKA.....	5
SUMMARY.....	6
ĮVADAS.....	8
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	9
1.1 Vaikų pėdų deformacijų įtaka eisenos parametrams.....	9
1.1.1 Eisenos priklausomybė nuo pėdos.....	9
1.1.2 Plokščiapėdystė.....	10
1.1.2.1 Plokščiapėdystės nustatymo metodai.....	11
1.1.3 Šleivapėdystė.....	11
1.1.3.1 Šleivapėdystės nustatymo metodai.....	12
1.1.4 Cerebrinis paralyžius.....	12
1.1.4.1 Cerebrinio paralyžiaus nustatymo metodai.....	13
2. INDIVIDUALI ORTOPEDINĖ AVALYNĖ.....	15
3. ORTOPEDINĖS AVALYNĖS GAMYBOS TECHNOLOGIJA.....	21
2.1.1 Pagrindiniai ortopedinės avalynės gamybos etapai.....	21
4. TYRIMO METODOLOGIJA.....	24
5. TYRIMO DUOMENŲ ANALIZĖ IR APTARIMAS.....	31
6. INDIVIDUALIZUOTOS VAIKIŠKOS ORTOPEDINĖS AVALYNĖS KŪRIMO EISENOS ANALIZĖS REZULTATŲ PAGRINDU METODAS.....	35
IŠVADOS.....	37
LITERATŪRA IR INTERNETO ŠALTINIAI	38
PRIEDAI.....	40

Įvadas

Jei palygintume įvairaus amžiaus vaikų eisenas, nesunkiai pastebėtume daugybę skirtumų. Nenuostabu, nes skirtingos yra ir to paties amžiaus grupės vaikų eisenos ir tai tikrai nereiškia, kad vienokia eisena yra normali, o kitokia – kelianti susirūpinimą. Vis dėlto yra nemažai vaikų eisenos pakitimų, kuriuos pastebėti būtina. Dažnai dėl paprasčiausio neapdairumo ar žinių stokos, net ir gana paprastai išgydomos ligos, jų nepastebėjus, palieka liūdnas pasekmes visam gyvenimui.

Pagal direktyvą 93/42/EEB individuali vaikiška ortopedinė avalynė yra medicinos prietaisas, todėl tik įvykdžius judėjimo funkcijai ir pėdos apsaugai keliamus reikalavimus, šį produktą galima projektuoti. Tad, individualios ortopedinės avalynės projektavimo tikslas - suprojektuoti funkcionalią avalynę [2].

Temos aktualumas: Kol kas ortopedinės avalynės gamintojai naudojami įprasta pėdos įspaudimo metodika, kurios rezultatai gaunami pacientui stovint. Tai negali būti tikslu, nes ortopedinė avalynė skirta vaikščioti. Taip pat, labai svarbus avalynės įtakos stebėjimas, kaip ir kiek keičiasi eisenos parametrai, praėjus laiko avalynės naudojimo laikotarpiu. Kitaip tariant, svarbu gauti grįžtamąjį ryšį tarp paciento ir gydytojo bei ortopedinės avalynės gamintojo. Tai gydymo procesas, kuris neturi užsibaigti avalynės pagaminimu. Paciento eisenos pokyčiai turi būti periodiškai fiksuojami, o avalynė taisoma. Eisenos analizės rezultatų pagrindas – individualios ortopedinės avalynės kokybiškumas.

Darbo tikslas: yra vaiko eisenos analizės rezultatų pagrindu sudaryti metodiką, individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimui.

Išsikelti šio tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti vaikų, turinčių eisenos pakitimus, fiziologiją, esamus vaikiškos avalynės gamybos procesus.
2. Nustatyti eisenos pakitimus turinčių vaikų, einančius basomis ir skirtingomis avalynėmis eisenos parametrus.
3. Susisteminti gautus rezultatus ir sudaryti metodiką individualizuotos vaikiškos ortopedinės avalynės kūrimui.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

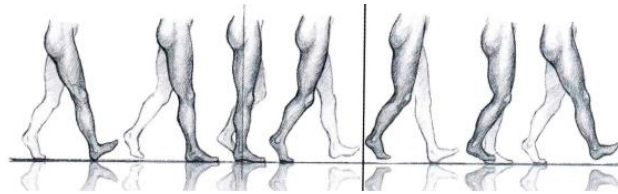
1.1 Vaikų pėdų deformacijų įtaka eisenos parametrams

Norint pasiekti teigiamų fizinių ir sveikatos rezultatų – būtina judėti. Tačiau pasiekti rezultata, dažnai sutrukdo įvairios pėdų deformacijos, kurios pastebimos jau kūdikystėje. Pėda yra sudėtinga kojos dalis, nuo kurios priklauso ne tik žmogaus stovėseną, bet ir judėjimas. Atsiradus deformacijoms, neigiamai paveikiami abu minėti faktoriai. Vaikų amžių, apimančių 3 - 6 metų intervalą, galima vadinti laikotarpiu, kai formuojasi svarbiausios organizmo funkcijos, struktūros bei vidaus organai, todėl šio laikotarpio metu, svarbu laiku sustabdyti vaikų fizinio aktyvumo mažėjimą. Svarbu rasti priemones, kurios sudomintų ir pagerintų vaiko fizinį pajėgumą ir kartu apsaugotų nuo svorio didėjimo ir tolesnio ligų vystymosi [3].

1.1.1 Eisenos priklausomybė nuo pėdos

Pėda yra kūno dalis, kuri didžiausiu paviršiaus plotu liečia žemę. Ji turi tobulą mechanizmą, kuris atskiroms pėdos dalims paskirsto jai tenkanti visą kūno svorį. Ši „svertų sistema“, leidžianti perkelti kūną iš vienos vietos į kitą bei išlaikyti pusiausvyrą, vadinama ėjimu arba eiseną [4]. (1 pav.). Ėjimo procesą sudaro dvi pagrindinės dalys - mosto ir atramos. Pastaroji skirstoma į:

- atramą kulnu – kojos kulnas pastatomas ant žemės;
- pėdos pastatymą – vyksta iš karto po atramos kulnu: pėda į grindis remiasi visu savo paviršiumi, tačiau kūno svoris (nors ir netolygiai) paskirstytas abiem kojoms;
- atramą pėda – kūno svoris pernešamas ant atraminės kojos;
- pirštų atkėlimą – pirštai atkeliami nuo žemės [5].

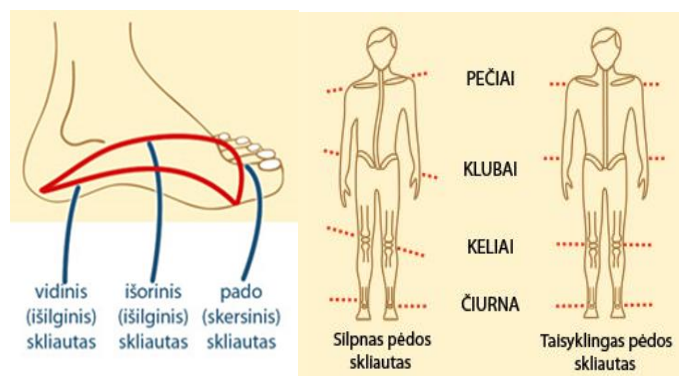


1 pav. Ėjimas: atrėmimo ir mosto etapai

Rūpintis vaiko eiseną reikia pradėti kuo anksčiau, nes praleidus svarbų pėdos formavimosi etapą ir nesilaikant priežiūros taisyklių vaikystėje, vėliau tenka patirti nemalonius pojūčius dėl pėdų, blauzdų, kelių, klubų, stuburo ir net galvos skausmų. Prieš aptariant ortopedinės avalynės poveikį vaikų eisenos parametrų, bus trumpai apžvelgtos ligos, kurios dažniausiai diagnozuojamos vaikams, turintiems pėdų problemas.

1.1.2 Plokščiapėdystė

Plokščiapėdystė vadinama pėdos deformacija, atsirandanti nusileidus arba visiškai išnykus pėdos skliautams (2 pav.). Vaikams, turintiems šią deformaciją, paprastai skauda pačią pėdą, priekinį blauzdos paviršių. To priežastimi įvardijamas padas, kuris beveik arba visiškai liečiasi prie grindų, o eiseną tampa varginančiu ir skausmingu procesu. Esant šiam pakitimui, kūno svoris tampa didele apkrova pėdai, todėl atsiranda kitų sutrikimų: čiurnos, kelio, klubo sąnarių, stuburo skausmai, nukenčia vidaus organai. Ganėtinai dažnai plokščiapėdystė tampa neįgalumo priežastimi [4].



2 pav. Kairėje - pėdos skliautai, dešinėje – silpno ir normalaus pėdos skliauto palyginimas

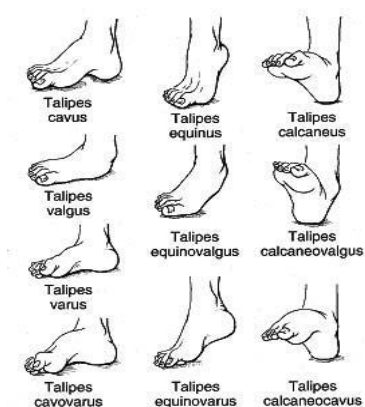
1.1.2.1 Plokščiapėdystės nustatymo metodai

Vaikų svoris auga greitai, todėl vos pasirodžius pirmiesiems deformacijos požymiams patartina kantriai lavinti apatinių galūnių ir viso organizmo raumenis, taip užkertant kelią tolesnei deformacijai. Plokščiapėdžiai vaikai greičiau nuvargsta, esant net mažam fiziniam aktyvumui jiems skauda blauzdų raumenis, o pasukus pėdas į vidų – suskausta ir pėdos skliautą.

Plokščiapėdystė nustatoma pagal šiuos kriterijus: nustčius avalynės nusidėvėjimo lygį; išoriškai apžiūrėjus pėdas (jei pakitimas ryškus ir pastebimas plika akimi), taip pat naudojant prietaisus, skirtus nustatyti plokščiapėdystę bei rentgenografijos būdu. [17]

1.1.3 Šleivapėdystė

Šleivapėdystės sąvoka įvardijama kaip įgimtas kaulų ir raumenų sistemos deformacijų kompleksas, kuris neigiamai paveikia pėdas ir blauzdas (3 pav.). Šleivapėdystė yra viena sunkiausių ir dažniausiai pasitaikančių įgimtų pėdų deformacijų, kuriai reikalingas ankstyvas ir intensyvus gydymas. Šleivapėdystę turintiems vaikams gali atsirasti problemų dėl netaisyklingo pėdos statymo einant, todėl galimi kelio, klubo ar stuburo skausmai. Svarbu teisingai parinkti ortopedinė priemonę: ji turi būti individuali ir kokybiška. Ignoruojama šleivapėdystė yra ne tik sunki fizinė, bet ir psichologinė bei socialinė negalia [6].



3 pav. Šleivapėdystės tipai

1.1.3.1 Šleivapėdystės nustatymo metodai

Apskritai, šleivapėdystė yra viena didžiausių problemų ortopedams, kadangi ją nustatyti ganėtinai sunku. Tarkime, kad rentgenograma gali ją užfiksuoti, bet ji neparodo dinaminės pėdos būklės, kuri yra itin svarbi tinkamiems ortopediniams gaminiams pagaminti. Norint tinkamai ištirti pėdą ir nustatyti šleivapėdystės lygį, yra taikomas kompiuterinis tyrimas, jo metu nustatomas pėdos ir grindų kontakto spaudimas, kai tiriamasis stovi ar eina. Svarbu paminėti, kad objektyvus dinaminis kojos įvertinimas ir deformacijos laipsnis gaunamas būtent einant ir visais pėdos tyrimo atvejais kompiuteriniais pėdų tyrimais itin tiksliai nustatomas kojos slėgio pasiskirstymas [6].

1.1.4 Cerebrinis paralyžius

Pagal Allan Colver [7] ir kitus bendraautorius, cerebrinis paralyžius yra motorikos sutrikimo sindromas, kuris atsiranda dėl pažeistos smegenų dalies. Šio sutrikimo sudėtingumo lygis priklauso nuo pažeidimo laiko, sutrikimų vietos bei sunkumo bei klinikinio tyrimų rezultatų.

Taip pat cerebrinį paralyžių galima traktuoti kaip dėl smegenų pažeidimo atsiradusius sutrikimus, apimančius motorines funkcijas bei psichologinį funkcionavimą, priepuolius bei elgesio ir emocijų sutrikimus [8]. (4 pav.).

Neseniai Tarptautinis vykdomasis komitetas, pasiūlė tokį apibrėžimą - cerebrinis paralyžius apibūdina grupę nuolatinių sutrikimų, susijusių su judėjimo ir laikysenos vystymusi, jie sukelia veiksmų apribojimą, kuris yra priskiriamas neprogresiniams sutrikimams, kurie įvyko dar tik besivystančiose vaisiaus ar kūdikio smegenyse [16].

Spastinis	
<i>Monoplegija</i>	Pažeidimas tik vienoje galūnėje
<i>Diplegija</i>	Pažeidimas apima liemenį ir apatines galūnes; mažiau viršutines galūnes
<i>Hemiplegija</i>	Pagrindė pažeidimas vienoje pusėje; dažnai viršutinė galūnė labiau pažeista nei apatinė.
<i>Kvadriplegija</i> (<i>Tetraplegija</i>)	Pažeidimas apima visas keturias galūnes, liemenį, galvą.
<i>Ataksija</i>	Nereguliari raumens funkcija pasireiškianti dizimetrija; gali būti gryna arba kombinuota su kitomis formomis.
<i>Diskinezija</i> (<i>choreoatetozė</i>)	Valingų judesių motorikos (power – jėgos); pažeidimas/sutrikimas nenutrūkstanti, greitai, trukdijantys nevalingi judesiai (chorea) besikartojantys su pasikartojančiais, nevalingais, lėtais, raitytais (writing) judesiais (atetosis); judesių padaugėja emocinio streso metu ir paauglystėje; dažnai kartu būna ir frigidiskumas arba spastinė kvadriplegija ar diplegija
<i>Hipotonija</i>	Nenormaliai sumažėjęs raumenų tonusas; kartu būna įvairaus laipsnio raumenų silpnumas

4 pav. Cerebrinio paralyžiaus klasifikacija

Dažniausiai, dėl ligos pasireiškiančių spazmų vaikas vaikšto neteisingai. Netinkama padėtis yra rizikinga, nes tai turi įtakos pakenktų raumenų sutrumpėjimui ir sąnarių sustingimui. Pavojingiausia yra tai, kad vaikui galimos kaulų deformacijos. Kadangi kaulai auga greičiau nei raumenys, vaikui augant, situacija gali tik blogėti: „padidėja skirtumas tarp galūnės ilgio ir raumenų bei sausgyslių ilgio“. Tiesa yra ta, kad normaliai gali augti tik tinkamai įtempti raumenys. Vaikams, sergantiems cerebriniu paralyžiumi pasireiškia didelis raumenų įsitempimas, taigi galūnės yra trumpesnės nei turėtų būti. Dėl blauzdos raumenų ir Achilo sausgyslės, prie kurios jie tvirtinasi, įsitempimo, vaikai vaikšto ant pirštų, nėra pasirėmimo kulnu. Jei neatliekamas gydymas, raumenys taip ir lieka susitraukę, formuojasi galūnės deformacijos, kurios išlieka visam gyvenimui (5 pav.). Tai neabejotinai apriboja sąnarių judesius, taip pat gali sukelti ir skatinti kaulų bei sąnarių irimo procesus, o šlaunyje - klubo sąnario dislokaciją. Norint sumažinti riziką, būtinas ankstyvas gydymas [9].



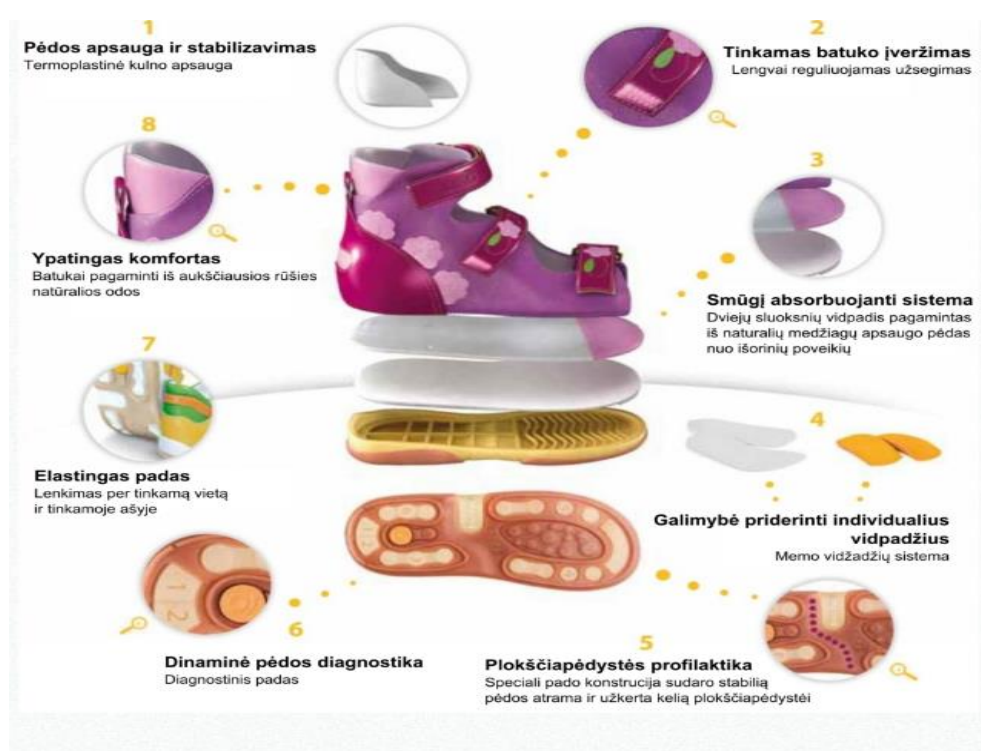
5 pav. Vaikų, sergančių CP, kojų deformacijos

1.1.4.1 Cerebrinio paralyžiaus (CP) nustatymo metodai

Norint nustatyti ankstyvą ir tikslią ligos diagnozę, gydytojui būtina informacija, kuri paremta paciento ligos istorija, atsakingu stebėjimu bei neurologiniu įvertinimu. Priklausomai nuo klinikinių duomenų, atliekami diagnostiniai tyrimai: elektroencefalografija atliekama tada, kai pasireiškia ar yra įtariami epilepsijos priepuoliai, norint nustatyti klubo dislokaciją - atliekami klubo sąnario radiografiniai tyrimai, įtariant metabolinius sutrikimus yra atliekami kraujo ar šlapimo testai. Apie pažeidimo lokalizaciją informacijos suteikia elektromagnetinis rezonansas arba kompiuterinė tomografija [8].

2. INDIVIDUALI VAIKIŠKA ORTOPEDINĖ AVALYNĖ

Individuali vaikiška ortopedinė avalynė yra ortopedinė priemonė, kuri kuriama tam, kad deformuota vaiko pėda būtų koreguojama, fiksuojama, nukraunama, siekiant kompensuoti ar pagerinti vaiko judėjimo biomechanikos sutrikimus. Prieš tai buvusiame skyriuje aptartų vaikų pėdų deformacijų ligų profilaktika gali tapti individuali ortopedinė avalynė: yra tam tikri funkciniai reikalavimai, kurie išskirti tam, kad sukurta ortopedinė avalynė būtų kuo labiau naudinga, tai yra, vaiko pėdą pakreiptų ar net atstatytų į tinkamą poziciją, kuri prisidėtų prie normalios vaiko eisenos [2] (6 pav.).



6 pav. Vaikiška ortopedinė avalynė

Vaikiškos ortopedinės avalynės, gaminamos Lietuvos ortopedijos gamintojų, privalumai:

1. Pėdos apsauga ir stabilizavimas;
2. Batukas tinkamai įveržiamas, kadangi turi lengvai reguliuojamą užsegimą.
3. Smūgį absorbuojanti sistema, kurią sukuria dviejų sluoksnių vidpadis, taip apsaugodamas pėdas nuo išorinių veiksnių.
4. Galimybė priderinti individualius vidpadžius;
5. Speciali pado konstrukcija sudaro stabilią pėdos atramą, kas aktualu plokščiapėdystę turintiems vaikams.
6. Dinaminė pėdos diagnostika;
7. Elastingas padas – lenkimas tik tinkamoje vietoje ir tinkama ašimi.
8. Komfortas.

Svarbu paminėti, kad itin populiarūs ortopediniai produktai yra ortopediniai įtvarai. Pasak Koževnikovo [10] ir kitų autorių atlikto tyrimo, naudojant individualius avalynės įdėklus, yra galimybė pagerinti pėdos judesius visose trijose plokštumose. Iš šio tyrimo išvadų tampa aišku, kad priešingai nei paprasti įdėklai, kurie koreguoja pėdos judesius frontalinėje plokštumoje, nebūtinai turi įtakos koreguotiems pėdos judesiams kitose plokštumose, individualiai pagaminti avalynės įdėklai koreguoja visas plokščiapėdystės dalis ir pėdos judesius pagrindinėse trijose plokštumose.

Remiantis 2010 metais atlikto tyrimo [6], kurio metu buvo naudotas paprastesnis produktas nei individuali ortopedinė avalynė - specialūs įdėklai, duomenimis, naudojant vien juos, galima pasiekti puikių rezultatų: visų pacientų pėdų parametrai pakito į teigiamą pusę. Po įdėklų naudojimo laikotarpio, pacientams sumažėjo kulnų skausmai, sumažėjo ir bendras pėdos plokštumos plotas. Tyrimo išvadose pažymėta, kad po įdėklų naudojimo, „pėdoje atsirado pagrindiniai atramos taškai, pradėta remtis pirmuoju ir penktuoju padikauliais – tai atitinka normalią pėdos biomechaniką“.

Jeigu galima pasiekti puikių rezultatų su įdėklais, tai belieka suprasti, ką galima pasiekti su individualia ortopedine avalyne. Ortopedijos technikos kompanijos „Orthobaltic“ duomenimis, pagal funkcinius reikalavimus ortopedinė avalynė klasifikuojama pagal pėdos deformacijų tipus ir

jų sudėtingumo laipsnį. Pavyzdžiui, esant nestabiliam čiurnos sąnariui, ortopedinė avalynė turi sutvirtinti čiurnos sąnarį.

Ortopedinę avalynę gali naudoti tiek asmenys, kurie turi pėdos problemų, tiek esant judėjimo atramos aparato problemoms. (7 pav.) Tarkime, kad pacientui, turinčiam vienos kojos sutrumpėjimą, yra skiriama ortopedinė avalynė, nors jo pėdos gali būti visiškai sveikos [11].



7 pav. Dažniausios pėdos problemos ir ortopediniai būdai

Rūpintis vaikų pėdomis būtina pradėti jau nuo pirmųjų žingsnių. Svarbu paminėti, kad visų kūdikių pėdos turi storą riebalinio audinio sluoksnį, todėl jie visi be išimties yra pilnapadžiai. Specialistų teigimu, tėvams vaikų išilginių pėdos skliautų vystymūsi reikėtų pradėti rūpintis tik jiems sulaukus ketverių, o pilnas pėdos susiformavimas, kiekvienam individualiai, siejamas su dvyliktais šešioliktaisiais vaiko gyvenimo metais. Taigi, natūralu, kad prieš nusprendžiant vaikui parūpinti ortopedinę avalynę, būtina konsultacija su gydytoju. Ortopedinė avalynė vaikams reikalinga tuo atveju, jei jie pastebimai nelinkę daug vaikščioti, vengia bėgioti, greitai pavargsta ar tiesiog skundžiasi pėdos skausmais. Ortopediniai batukai vaikams reikalingi ir tada, kai pėdutės krypsta į išorę arba vidų, jei vaikas šleivuoja arba vėluoja jo pėdų formavimasis. Delsiant, problema tik didėja [12].

Ortopedinė avalynė yra būdas, kuris gali padėti vaikams spręsti eisenos problemas. Jei problemos nėra pernelyg didelės, galima rinktis standartinę avalynę su individualiais eiseną koreguojančiais ir gydomaisiais įdėklais, kurie yra gaminami atsižvelgus į kiekvieno vaiko pėdos dydį bei reljefą [12]. Remiantis Lietuvos gamintojo „Ortopro“ informacija: „individualūs ortopediniai batukai vaikams gaminami esant spąstiniam paralyžiui, rimtesniems pilnapadystės ar šleivapėdystės defektams, ribotam pėdos lenkimui ar silpniems raiščiams.“

Atliekant bandymą, buvo lankytasi ortopedinę avalynę gaminančioje įmonėje „Aurelka“. Kiekviena ortopedinė avalynė reikalauja ne tik tvirto pado, bet ir specialių suvarstymų, kurie tinkamai prispaustų pėdutę prie bato. Ši įmonė naudoja visiškai naują technologiją, kurios pagalba kiekvienas batas tinkamai užveržiamas specialaus sraigto ir plonyčio trosu (1 mm. storio) pagalba (15 pav.). Tai labai svarbu, nes vaikstant ar bėgiojant, pėda užfiksuojama ir išlaikoma tinkamoje padėtyje. Tokia technologija labai reikalinga pėdos treniravimuisi, kas būtina turint šleivapėdystę, pilnapadystę ar tiesiog netaisyklingą eiseną. Batukas ėjimo metu turi suteikti pėdai tą krūvį, kurio nesuteikia lygus paviršius. Padas turi linkti tvirtai, kitaip tariant, sunkiai ir būtinai ties pirštukais. Jei ortopedinės avalynės padas linksta lengvai – ji savo funkcijos neatliks.



15 pav. Individuali ortopedinė avalynė. „Aurelka“.

Nors yra daugybė ortopedinę avalynę gaminančių įmonių, ne visos jos paiso svarbių reikalavimų, užtikrinančių ortopedinės avalynės kokybę. Svarbus faktorius, kuris tai lemia –

kokybiškos įrangos nebuvimas. Dažnai gaminant avalynę naudojamos tik išspaudų duomenimis, kurių tikrai nepakanka, norint šimtu procentų padėti ištaisyti pėdos pakitimus. Norint pagaminti avalynę, kuri duotų apčiuopiamų rezultatų, būtina atsižvelgti į kiekvieną milimetrą. Paveiksle pateiktame individualios avalynės pavyzdyje, akivaizdžiai matomas abiejų pėdučių skirtumas (16 pav.). Tinkamai pagaminta avalynė suteikia vaikui galimybę jaustis pilnaverčiu, kadangi batukai gaminami ir su specialiais poreikiais esančioms pėdutėms: šiuo atveju vienai jų reikalingas ortezas, todėl batukas suformuotas taip, kad būtų patogų jį apsiauti – bato įmovimas ne iš viršaus, kaip įprasta, bet gale.



16 pav. Individuali ortopedinė avalynė

Individuali vaikiška avalynė ypatinga tuo, kad jos dėka gali įvykti tai, kas atrodytų neįmanoma. Žemiau pateiktame pavyzdyje yra avalynė, kuri suprojektuota itin sudėtingam atvejui: pacientas dėl stuburo problemų sunkiai valdo kojas, o gydytojų siūlyta išeitis – ortezavimas, kas reiškia minimalias galimybes vaikščioti, kadangi koja įtvirtinama prie ortezo (17 pav.). Paaukštintas aulak su specialiais lipdukais įtvirtino koją reikiamoje padėtyje ir išlaikė ją tinkamoje pozicijoje, tuo pačiu sukurdamas galimybę judėti. Būtent individuali ortopedinė avalynė, suprojektuota pagal visus vaiko kojos trūkumus, suteikia jam galimybę atsistoti ir net vaikščioti.



17 pav. Individuali ortopedinė avalynė

Kadangi vaiko pėda greitai auga, per vienerius metus jam reikia 2 - 6 porų batų (jei vertinsime, kad vaikas vaikšto skirtingais sezonais ir turi ne po vieną porą batų). Taip pat svarbu vertinti ne tik vaiko einančio basomis eiseną, bet ir jam esant su avalyne, parametrus. Taip galime matyti, ar naujai pagaminti batai jam yra tinkami, ar jie pagerina/pablogina ir kaip, kiek vaiko eiseną.

Nors įprastai gaminama avalynė yra aukštos kokybės, ji projektuota pagal modelį, kurio rezultatai gauti vaikui stovint, o ortopedinė avalynė skirta tam, kad vaikas ne tik su ja stovėtų, o vaikščiotų. Po cerebrinio paralyžiaus ar kitų ligų ėjimo metu vaiko pėdos padėtis gali ženkliai skirtis nuo stovinčio vaiko. Todėl svarbu vertinti pėdos geometriją, slėgio pasiskirstymą pėdoje bei kitus parametrus.

3. ORTOPEDINĖS AVALYNĖS GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Ortopedinės avalynės projektavimas labai skiriasi nuo įprastos avalynės projektavimo, kadangi remiasi medicininiais - funkciniais reikalavimais.

Nepaisant to, konstruojant individualią ortopedinę avalynę stengiamasi išlaikyti avalynės modelio proporcijas net kai pėdos tarpusavyje ženkliai skiriasi arba stengiamasi optiškai sumažinti pėdos deformacijos vizualumą.

Remiantis A. Šešok knyga [1] „Ortopedinės technikos projektavimas ir gamyba“, ortopedinės avalynės gamybos procesą galima suskirstyti į 6 pagrindinius etapus.

1.3.1 Pagrindiniai ortopedinės avalynės gamybos etapai:

1. Užsakymo priėmimas ir kurpalio formos duomenų gavimas.

Norint pagaminti individualų kurpalį, turi būti surinkti visi reikiami duomenys. Tai atliekama paciento konsultacijos metu. Reikalingi pėdų pamatavimai atliekami įvairiais būdais: rašaliniu atspaudu (8pav.) , gipsiniu negatyvu ar naudojantis 3D skeneriu. Po to reikia pamatuoti pėdos ilgį, plotį, apimtį. Būsimo bato ilgis nustatomas labai paprastai - atspaustas pėdsakas išmatuojamas, o prie jo ilgio pridedama apie pusantro centimetro.

Jeigu pėdos pakitimo anksčiau minėtais metodais tinkamai aprašyti negalima, reikia daryti gipsinę formą, kitaip tariant - gipsinį negatyvą. Gautą formą galima panaudoti ir kurpalio gamybai.

Norint kuo tiksliau įvertinti blauzdos padėtį, gipsinė forma turi apimti tinkamą jos dalį: formos aukštis priklauso nuo numatomo užkulnio arba aulo aukščių. Kai gipsas sukietėja, ties virvele, kuri dar prieš gipsavimą uždedama ant pėdos išilginės ašies kryptimi, forma perkerpama. Įkerpama tik tiek, kiek reikia pėdai ištraukti.



8 pav. Rašalinis atspaudas

Atsižvelgiant į užsakymo specifiką užpildomos reikalingos užsakymo formos: matavimų forma, skirta kurpalių, įdėklų ir primatavimo apavui aprašyti; batviršių forma, skirta avalynės dizainui aprašyti; užtraukimo - surinkimo forma, skirta batviršių užtraukimui ir padų surinkimui aprašyti.

Iki galo užpildytas užsakymo lapas „keliauja“ į gamybą. Avalynės gamyba prasideda nuo kurpalio paruošimo, o jeigu gautas užsakymas su jau pagamintu kurpalium – nuo modeliavimo.

4. Kurpalio gamyba.

Norint kuo labiau sumažinti rankiniam darbui skirtą laiką, dažniausiai sutinkamoms deformacijoms jau yra pagaminti kurpalių pusgaminiai, kurių formos skirstomos į:

- kurpalių ruošiniai, kurie yra didesni ir nepažymint specialios paskirties;
- kurpaliai, kurie atitinka „vidutinius išreikštų plokščių pėdų proporcijų pakitimus“, skirti plokščiapėdžiams.

Kurpalių gamybai naudojamos medžiagos:

- dažniausiai naudojama buko, liepos arba topolio mediena; populiariausia iš jų - buko mediena, kadangi ji atspari aukštam slėgiui, todėl geriausiai atitinka kokybės reikalavimus.
- sintetinės medžiagos (pavyzdžiui, poliuretanai ASTIOP).

3. Modeliavimas.

Modeliavimo procesą galima apibrėžti kaip būsimos avalynės modelio estetinį vaizdą – tai bato stiliaus nupiešimas ir detalizacija. Modeliuoti galima rankiniu arba kompiuteriniu būdais.

4. Batviršių siuvimas.

Gavus modelio eskizą, iš iškirptų detalių pradedamas siūti batviršis, kuris kartu su užsakymo lapu ir kurpaliu siunčiamas į žaliavų sandėlį, kur komplektuojamos visos reikalingos medžiagos.

5. Formavimas ir surinkimas.

Formavimo ceche užtraukiamas pamušalas ir batviršis, sukietinamas ir formuojamas padas.

6. Mašinų skyriuje padai frezuojami ir šlifuojami.

Atliekami paskutiniai estetiški žingsniai – pašalinami klijų likučiai, nudažomas padas ir taip toliau. Atliekama gaminio kokybės kontrolė.

4. TYRIMO METODOLOGIJA

Prieš tai buvusiam skyriuje aptarėme, kaip ortopedinė avalynė gaminama įprastai. Šiame skyriuje bus analizuojami atlikto tyrimo duomenys, aptarti rezultatai ir pateikti siūlymai, kaip ortopedinę avalynę gaminančios įmonės gali patobulinti savo gamybos procesą, naudojantis eisenos analizės pagrindu.

Tiriamieji: atliekant šį tyrimą buvo surinkta įvairaus amžiaus vaikų grupė (3 berniukai, 2 mergaitės), kurios vidurkis 5,4 metų ir kurioje kiekvienas tiriamasis turėjo savitų eisenos pakitimų.

Įranga: „Rehawalk HP Cosmos“ bėgtakis, duomenų analizė ir rezultatai atlikti naudojantis „The Zebris FDM-T“ sistema. Sistemoje yra įmontuotas elektroninis 102,240 miniatiūrinių jėgos jutiklių, kurių kiekvienas maždaug 0,85 cm. x 0,85 cm. dydžio ir kurie įmontuoti po diržu. Kontaktinis paviršius yra 150 cm. x 50 cm., jo greitis gali būti reguliuojamas nuo 0,2 ir 22 km / h intervalais 0,1 km / h. Kai tiriamasis stovi / vaikšto ant bėgimo takelio, jėgos, kurias veikia kojos, fiksuojamos x, y ir z ašyse. Jutiklių dažnis yra 120 Hz. Dėl didelio jutiklių tankio, pėdos yra pažymėtos dideliu skiriamuoju sluoksniu, kad būtų užfiksuoti net visiškai nedideli jėgos pasiskirstymo pokyčiai. Taip pat galima stebėti laiką. Skirta programinė įranga integruoja jėgos signalus ir teikia 2-D / 3-D grafinių pagrindinių erdvinių ir rangų parametrų vaizdavimą vaikščiojimo metu.

Tyrimo vieta: tyrimas atliktas Kauno technologijos universiteto Biomechatronikos laboratorijoje.

Tyrimo objektas: vaikui einant vaiko pėda. Atliekant tyrimą, išanalizuota anatominė pėdos struktūra, pėdos ašis, rotacija, tikslus slėgis atskirose anatominėse zonose, vaikui esant basam bei esant su skirtinga avalyne: įprasta avalyne ir ortopedine.

Nagrinėjant eisena svarbu žinoti:

Eisenos plotis - skersinis atstumas tarp dviejų vienodų taškų ant abiejų pėdų tarp dviejų, vienas paskui kitą einančių žingsnių.

Žingsnio ilgis – tai atstumas nuo pėdos kontakto su žeme iki kitos pėdos kontakto su žeme.

Žingsnio ciklas – tai atstumas tarp pėdos kontakto su žeme iki kitos tos pačios pėdos kontakto su žeme.

Ėjimo greitis – žingsnių skaičius per minutę. [13]

Tyrimo metodika: kiekvieno tiriamojo eiseną buvo tiriama mažiausiai po 4 kartus, tiriamajam einant bėgtakiu (9 pav.), po kiekvieno ėjimo padarius pertrauką. Kiekvieno ėjimo metu buvo nustatomas tinkamas greitis, kad tiriamasis jaustųsi patogiai ir eiseną kuo labiau atitiktų įprastą ėjimą. Kiekvieno ėjimo duomenys buvo užfiksuoti sistemoje ir išanalizuoti. Didžiausias dėmesys buvo sutelktas į tiriamojo eisenos parametrų, esant basam, su įprasta avalyne ir su ortopedine avalyne, skirtumus. Bandymai pakartoti praėjus porai mėnesių tam, kad būtų įvertinti skirtumai su anksčiau naudota įprasta avalyne ir su pagaminta ortopedine avalyne. Tokiu būdu atliekant analizę, prieš gamybą ir po gamybos galima atlikti tinkamą avalynės korekciją.

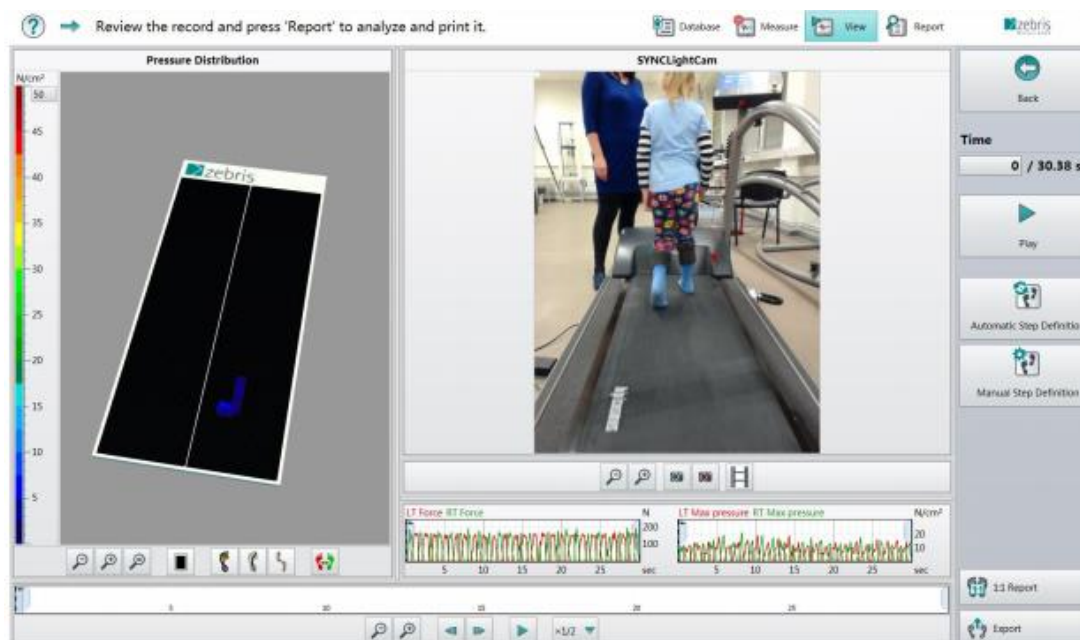


9 pav. „Rehawalk HP Cosmos“ bėgtakis

Tyrimo eiga:

Kiekvienas iš tiriamųjų turėjo atlikti po kelis praėjimus ant specialaus „Rehawalk HP Cosmos“ bėgtakio, turinčio specialią jutiklių sistemą, matuojančią ir įrašantią pėdoms tenkančias apkrovas ėjimo arba bėgimo metu. Tai vienas svarbiausių faktorių, lemiančių kuo tikslesnio ortopedinės avalynės pado sukūrimą, nes priešingai nei įprastų tyrimų metu, kai pėda tiriama

pacientui stovint, šio pagrindas yra duomenų fiksavimas einant. Tai daugybę kartų efektyvesnis ir tikslesnis būdas pagaminti kokybišką ortopedinę avalynę. Vėliau užfiksuota informacija, kartu su papildomų video kamerų įrašyta medžiaga, yra perkeliama kompiuteriui detalesniam analizei. (10 pav.).



10 pav. Eisenos parametrų analizė

Visi tiriamieji turėjo savo duomenų bazę, kurioje kaupiti duomenys viso tyrimo metu (11 pav.). Visi tyrime dalyvavę vaikai bėgtakiu ėjo ir basi, ir su savo anksčiau naudota įprasta avalyne bei ortopedine avalyne. Po poros mėnesių, bandymai pakartoti, norint užfiksuoti įvykusius skirtumus bei išsiaiškinti, ar ortopedinė avalynė tinkamai atliko savo funkciją.

action.

Database Measure View Report

Records

#	Created	Type	Description
1	03/29/2017 15:45	Gait Analysis FDM-T	
2	03/29/2017 15:46	Gait Analysis FDM-T	be batukai greitis 1,5
3	03/29/2017 15:49	Gait Analysis FDM-T	1,5 batukai
4	03/29/2017 15:50	Gait Analysis FDM-T	greitis 1,7 su batukai
5	03/29/2017 15:53	Stance Analysis FDM-T	
6	03/29/2017 15:54	Stance Analysis FDM-T	stovesena su batukai
7	03/29/2017 15:55	Stance Analysis FDM-T	
8	03/29/2017 15:55	Stance Analysis FDM-T	
9	03/29/2017 15:56	Stance Analysis FDM-T	be batukai stovesena
10	03/29/2017 16:04	Gait Analysis FDM-T	
11	03/29/2017 16:36	Gait Analysis FDM-T	Su batukai greitis 1,7
12	03/29/2017 16:44	Gait Analysis FDM-T	Su batukai laukiniai greitis 1,7
13	08/09/2017 10:31	Gait Analysis FDM-T	ejimas 1,8
14	08/09/2017 11:23	Gait Analysis FDM-T	18
15	08/09/2017 11:24	Gait Analysis FDM-T	18 eisenos su zykeklais
16	08/09/2017 11:49	Gait Analysis FDM-T	Dasa 18
17	08/09/2017 11:50	Gait Analysis FDM-T	Dasa 18 ejimas

New Patient

Measure

View

Report

Backup/Restore

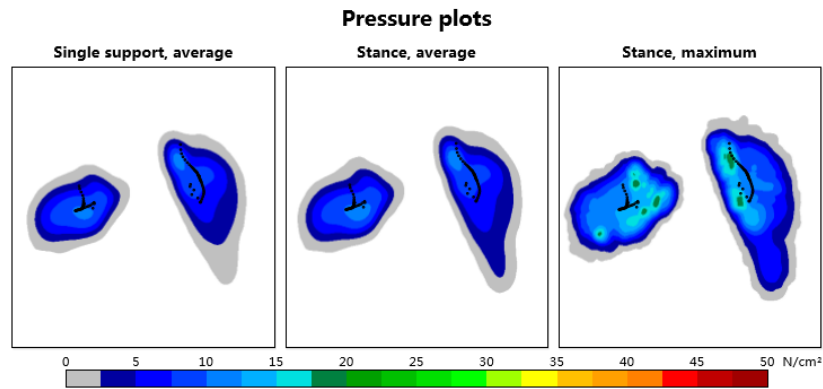
Delete Properties Program settings

11 pav. Tiriamojo asmens duomenų bazė

Duomenų analizė:

Kiekvieno tiriamojo eisenos duomenys buvo užfiksuoti ir kaupiami duomenų bazėje. Joje galima analizuoti ne tik vieno ėjimo duomenis, bet ir palyginti dviejų ėjimų rezultatus. Pavyzdžiui, galima palyginti prieš pora mėnesių atliktą tyrimą su naujausiu, taip analizuojant įvykčius teigiamus arba neigiamus pakitimus.

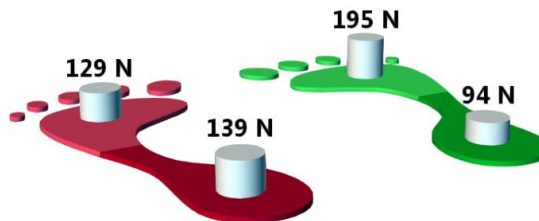
Gavus slėgio pasiskirstymo plotus (12 pav.), galima analizuoti, kurioje bato vietoje reikia korekcijų, kad spaudimas būtų sumažinamas. Pateiktame pavyzdyje matosi, kad tiriamojo vaiko pėda į paviršių remiasi nepilnai. Kairė koja labiau remiasi pirštais, dešinė – didesne pėdos dalimi, tačiau taip pat ne pilna pėda.



12 pav. Slėgio pasiskirstymo plotai

Kiekvienos pėdos parametrai gaunami skirtingai. Tai būna iš visų paciento žingsnių išvesti vidurkiai, analizuojant pėdos rotaciją, žingsnio ilgį, abiejų pėdų asimetriškumą, žingsnio laiką.

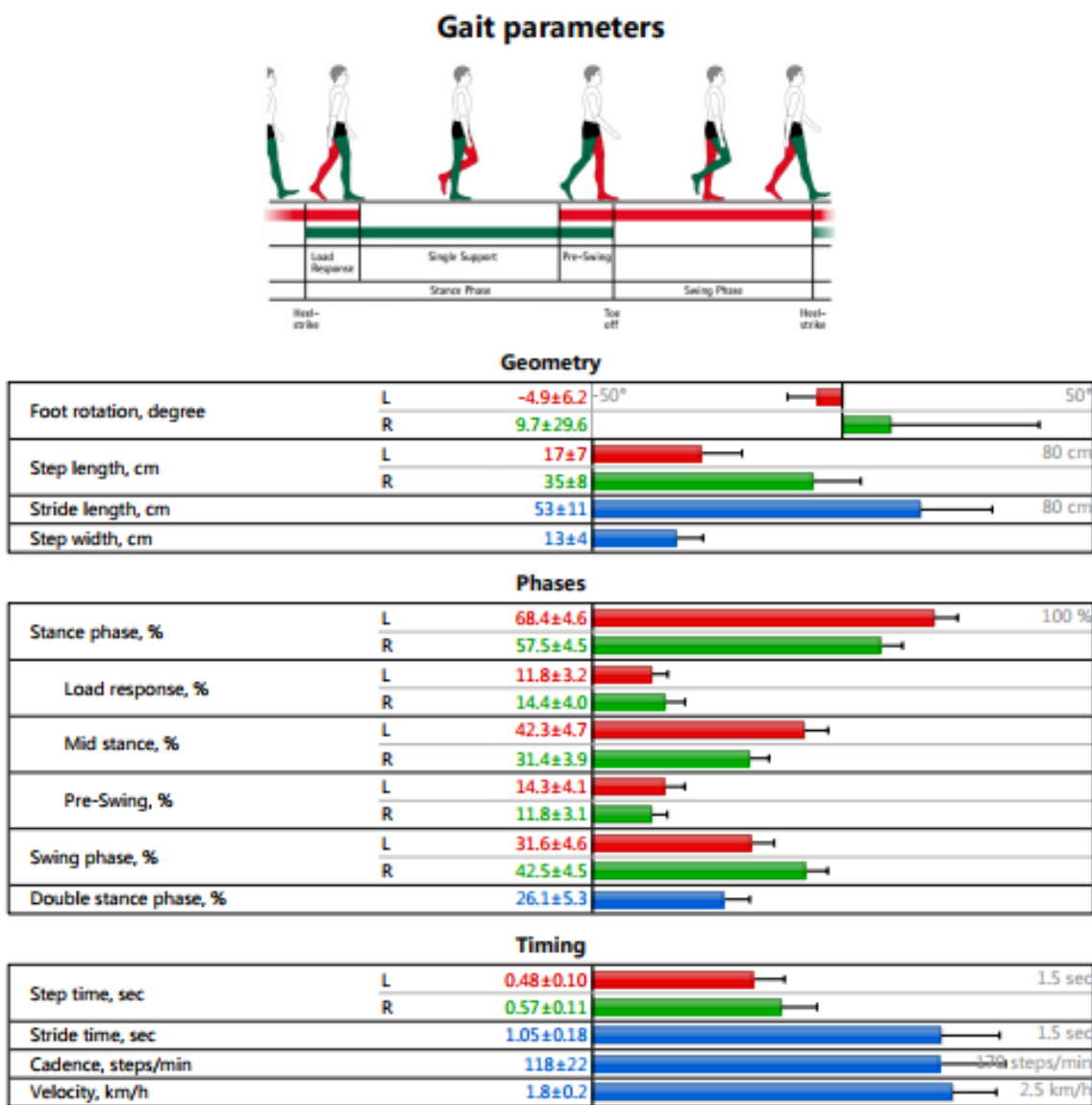
Pavyzdyje žemiau yra pateiktas jėgų pasiskirstymo pėdose pavyzdys (13 pav.). Jėgų pasiskirstymas abejose pėdose akivaizdžiai skirtingas. Atrama priekine pėdų dalimi (pirštais) – skiriasi 66 N., atrama apatine dalimi (kulnu) - skiriasi 45 N. Tai reiškia, kad tiriamasis kairės kojos (raudona) atkėlimo metu labiau remiasi apatine pėdos dalimi. Dešinės kojos (žalia) rodmenys labiau atitinka normalią atramą.



13 pav. Jėgų pasiskirstymas pėdose

Itin svarbu tinkamai išanalizuoti žingsnio ilgį ir laiką, kadangi ši informacija leidžia įvertinti eisenos kokybę (14 pav.) Jei žingsnis ilgas, padidėja žingsnio žengimo laikas, kas rodo, jog

tiriamajam eiti nepatogu. Žingsnis užsitęsia, einama didesniais periodais, bet lėčiau, kadangi jaučiamas nestabilumas. Su tinkama ortopedine avalyne, žingsnio parametrai pagerėja, nes tiriamasis jaučiasi patogiau, stabiliau, žingsnį žengia užtikrinčiau ir gali eiti ilgiau nei būdamas basas.



14 pav. Eisenos parametrai

Jeigu eisenos kampas viršija 15° į išorę sagitalioje plokštumoje, svoris atramos fazėje pasiskirsto vidinėje pėdos pusėje, patemptoje ar pakitusioje pėdos dalyje. Toks svorio pasiskirstymas gali sukelti pėdos deformacijų nugrėžiamoje padėtyje [14]. Pėdos pasisukimo kampai (foot rotation), užfiksuoti žengiant žingsnius, suteikia informaciją, kurią vietą reikėtų pakelti, kad ortopedinės avalynės funkcija taptų ją atstatyti - pėdai sukantis klaidingai, sukti ją į priešingą pusę.

Štai vieno iš tiriamųjų pėdos pasisukimo duomenys, esant be ir su ortopedine avalyne, pavaizduoti lentelėje (1 lentelė). Akivaizdu, kad kairės kojos parametrai pagerėjo, o dešinės – netgi tapo prastesni. Tai reiškia, kad ortopedinė avalynė pagaminta nekokybiškai ir jai reikalinga korekcija.

Tiriamąjo pėdos pasisukimo laipsnis	1 ėjimas	2 ėjimas	3 ėjimas	4 ėjimas
Kairė koja esant basam	12.0 ± 25.8	5.8 ± 7.3	9.6 ± 3.0	10.8 ± 20.7
Dešinė koja esant basam	5.2 ± 24.0	1.4 ± 6.5	12.4 ± 7.2	6.6 ± 21.3
Kairė koja su ortopedine avalyne	-0.8 ± 7.9	1.6 ± 7.4	1.0 ± 7.5	-1.5 ± 4.0
Dešinė koja su ortopedine avalyne	7.6 ± 8.7	10.3 ± 4.8	8.1 ± 11.4	7.3 ± 4.8

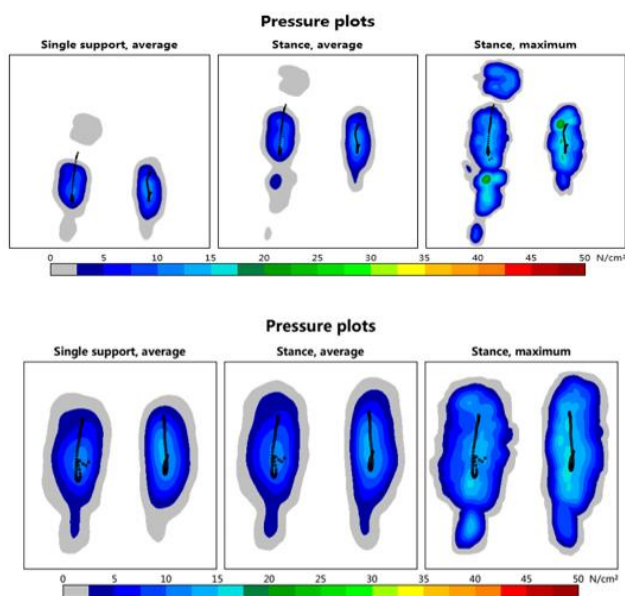
1 lentelė. Tiriamąjo pėdų pasisukimo laipsnių skirtumas

5. TYRIMO DUOMENŲ ANALIZĖ IR REZULTATŲ APTARIMAS

Tyrimui atlikti buvo pasirinkta vaikų nuo 3 iki 7 amžiaus grupelė, kurioje kiekvienas iš tiriamųjų turėjo tam tikrų eisenos pakitimų. Dėl vaikų dalyvavimo tėvai pasirašė raštišką sutikimą. Pirmiausia, tiriamieji buvo apžiūrėti vizualiai: vienių - pėdų ir kojų pakitimai buvo akivaizdūs, kitų – ne tokie pastebimi. Kadangi sistema įrašo visą vaiko ėjimo periodą, vizualiai eiseną analizuoti galima visada. Tai svarbu, nes matant realų vaizdą, kiekvieno tiriamojo atvejis yra skirtingas ir sistemos duomenis kur kas lengviau, o kartu ir tiksliau apspręsti.

Tyrimo dalyvavo penki vaikai, šiame smulkiai skyriuje bus aptarti vieno vaiko, kurio eisenos analizė atlikti esant basam ir su jau pagaminta ortopedine avalyne, rezultatai, kitų duomenys bus apžvelgiami trumpai.

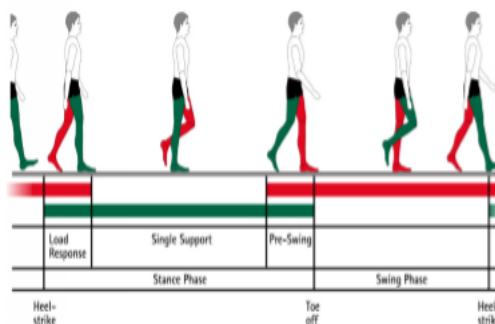
Paveiksle žemiau, pavaizduotas slėgio pasiskirstymas be (viršuje) ir su (apačioje) ortopedine avalyne (18 pav.). Akivaizdu, kad rezultatai su avalyne geresni. Slėgis pasiskirsto tolygiau, neapkraunama viena pėdos dalis. Didesnis mėlynos spalvos plotas reiškia, kad pėda į žemę remiasi didesniu paviršiaus plotu.



18pav. Tiriamojo slėgio pasiskirstymas pėdose

Eisenos parametruose akivaizdus skirtumas matomas pėdos pasisukime (19 pav.): be avalynės kairė koja turi pasisukimą į vidinę pusę, o su avalyne – šis pasisukimas dingsta. Žingsnio ilgio skirtumas taip pat sumažėja, be avalynės – skyrėsi 9 procentais, su – tik 2 procentais.

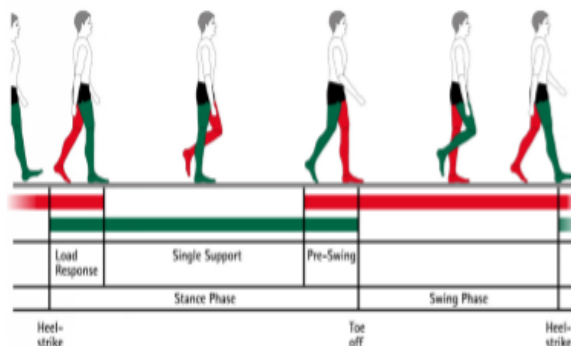
Gait parameters



Geometry

Foot rotation, degree	L	-0.8 ± 7.9	-20°		20°
	R	7.6 ± 8.7			
Step length, cm	L	25 ± 9			80 cm
	R	34 ± 5			
Stride length, cm		60 ± 7			80 cm
Step width, cm		7 ± 3			

Gait parameters



Geometry

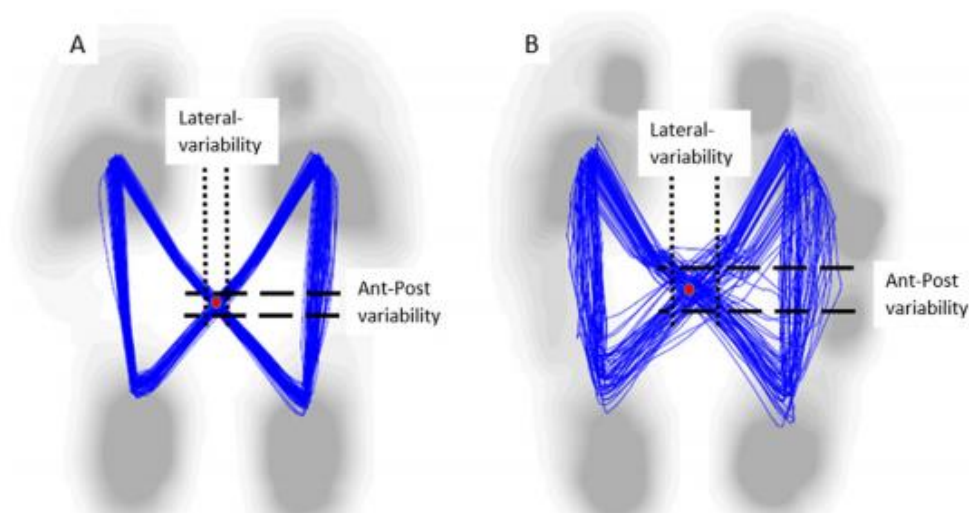
Foot rotation, degree	L	1.6 ± 7.4	-19°		19°
	R	10.3 ± 4.8			
Step length, cm	L	29 ± 4			80 cm
	R	31 ± 2			
Stride length, cm		60 ± 4			80 cm
Step width, cm		7 ± 2			

19 pav. Pėdos pasisukimo parametrai

Kitas svarbus rodmuo “Butterfly COP” (20 pav.). Sistemos programinė įranga sukuria grafinį modelį, kuris yra nepertraukiamas pėdos judėjimo trajektorijos atspindys. Gautoje schemeje nurodomi:

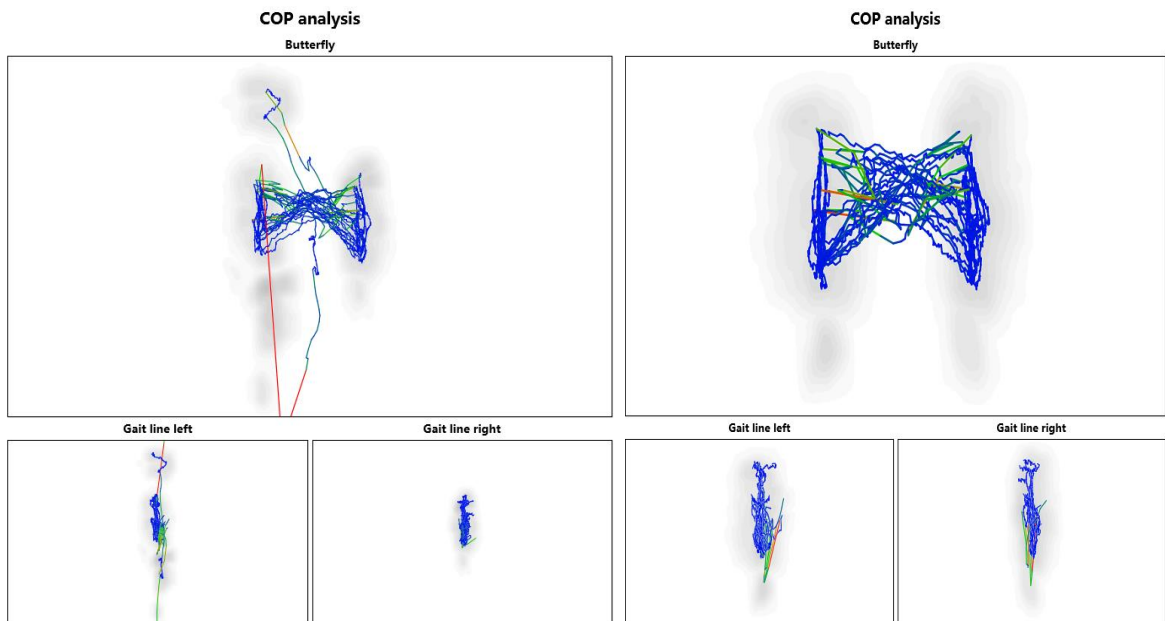
- 1) priekinis / užpakalinis kintamumas (mm): apibrėžiamas kaip standartinis nuokrypis susikirtimo taškas priekinėje / užpakalinėje kryptimis;
- 2) šoninis kintamumas (mm): apibrėžiamas kaip standartinis nuokrypis sankirtos taške šonine kryptimi.
- 3) šoninė simetrija (mm): sankirtos taško poslinkis į kairę / dešinę [15].

Raudonas taškas nurodo sankirtos tašką pačioje slankiojimo trajektorijos centre. Kairėje – sveiko žmogaus schema.



20 pav. “Butterfly” diagrama. Kairėje – sveiko žmogaus.

Tyrimo metu gautoje „Butterfly“ schemeje (21 pav.) akivaizdūs pokyčiai matomi esant be ir su ortopedine avalyne. Schema dešinėje kur kas taisyklingesnė, kas rodo, kad avalynė padeda išlaikyti stabilesnį svorio centrą..



21 pav. “Butterfly” diagrama be (kairėje) ir su ortopedine avalyne (dešinėje)

Kiti gauti eisenos analizės parametrai nėra esminiai, tačiau taip pat nurodo teigiamus pokyčius, naudojant ortopedinę avalynę. Visi šie pokyčiai, užfiksuoti vaikui judant. Ortopedinės avalynės įtaka pėdos pakitimams turi būti stebima nuolat: tik tokiu būdu galima pasiekti norimų rezultatų, atstatant pėdą į normalią fiziologinę padėtį. Kol kas ortopedinės avalynės gamintojai naudojami įprasta pėdos įspaudimo metodika, kurios rezultatai gaunami pacientui stovint. Tai negali būti tikslu, nes ortopedinė avalynė skirta vaikščioti.

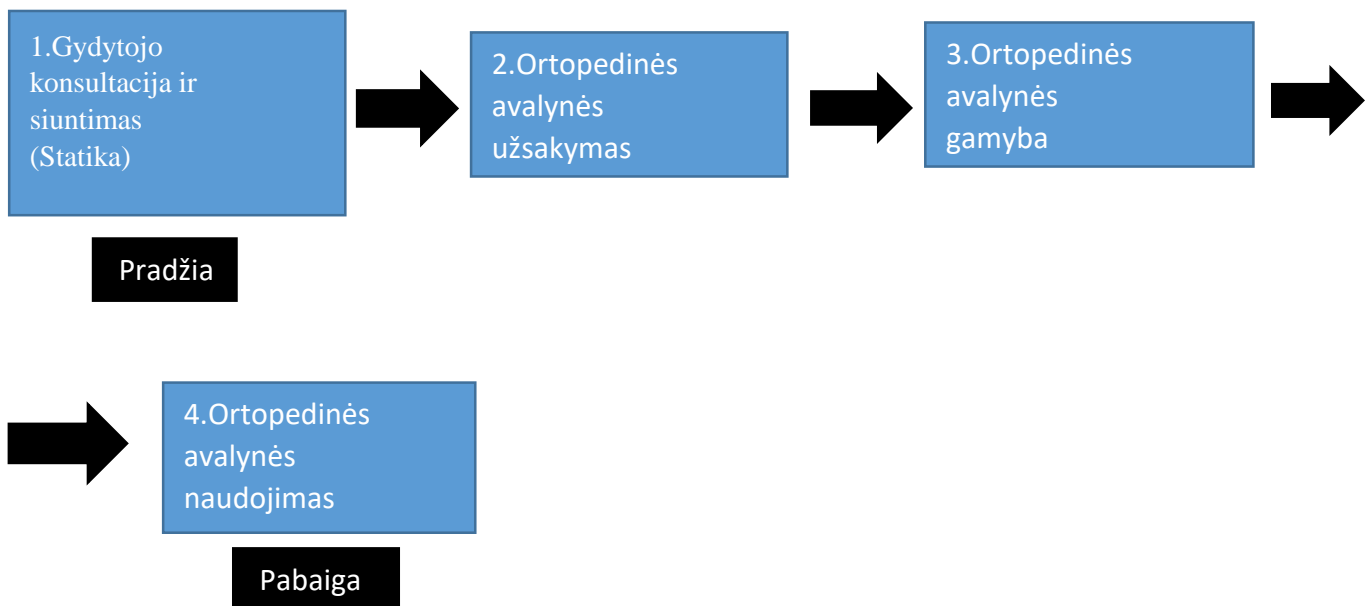
Taip pat, labai svarbus avalynės įtakos stebėjimas, kaip ir kiek keičiasi eisenos parametrai, praėjus laiko, avalynės naudojimo laikotarpiu. Kitaip tariant, svarbu gauti grįžtamąjį ryšį tarp paciento ir ortopedinės avalynės gamintojo. Tai gydymo procesas, kuris neturi užsibaigti avalynės pagaminimu. Paciento eisenos pokyčiai turi būti periodiškai fiksuojami, o avalynė taisoma. Eisenos analizės rezultatų pagrindas – individualios ortopedinės avalynės kokybiškumas.

Tiriamųjų eisenos analizės parametrai taip pat pasikeitė į teigiamą pusę, todėl vis atliekant analizę, ortopedinę avalynę galima tobulinti tol, kol ji padės pasiekti reikalingų rezultatų.

6. INDIVIDUALIZUOTOS VAIKIŠKOS ORTOPEDINĖS AVALYNĖS KŪRIMAS EISENOS ANALIZĖS REZULTATŲ PAGRINDU

Ortopedinės avalynės gamybos įmonės naudojami įprastu individualios vaikiškos avalynės kūrimo modeliu. Jo pradžia – konsultacija pas gydytoją, kurios metu daromi tyrimai, nuimami pėdos atspaudai ir kita (smulkiau tai buvo aptarta 1.3.1 skyriuje). Svarbu paminėti, kad tyrimai atliekami statinėje būsenoje. Gavus raštiškus gydytojo nurodymus, pacientas pateikia užsakymą ortopedinę avalynę gaminančiai įmonei, kuri išanalizavusi gydytojo siuntimą, suprojektuoja būsimos ortopedinės avalynės eskizą. Suprojektuota avalynė keliauja į gamybos etapą. Pagaminta ortopedinė avalynė atiduodama pacientui.

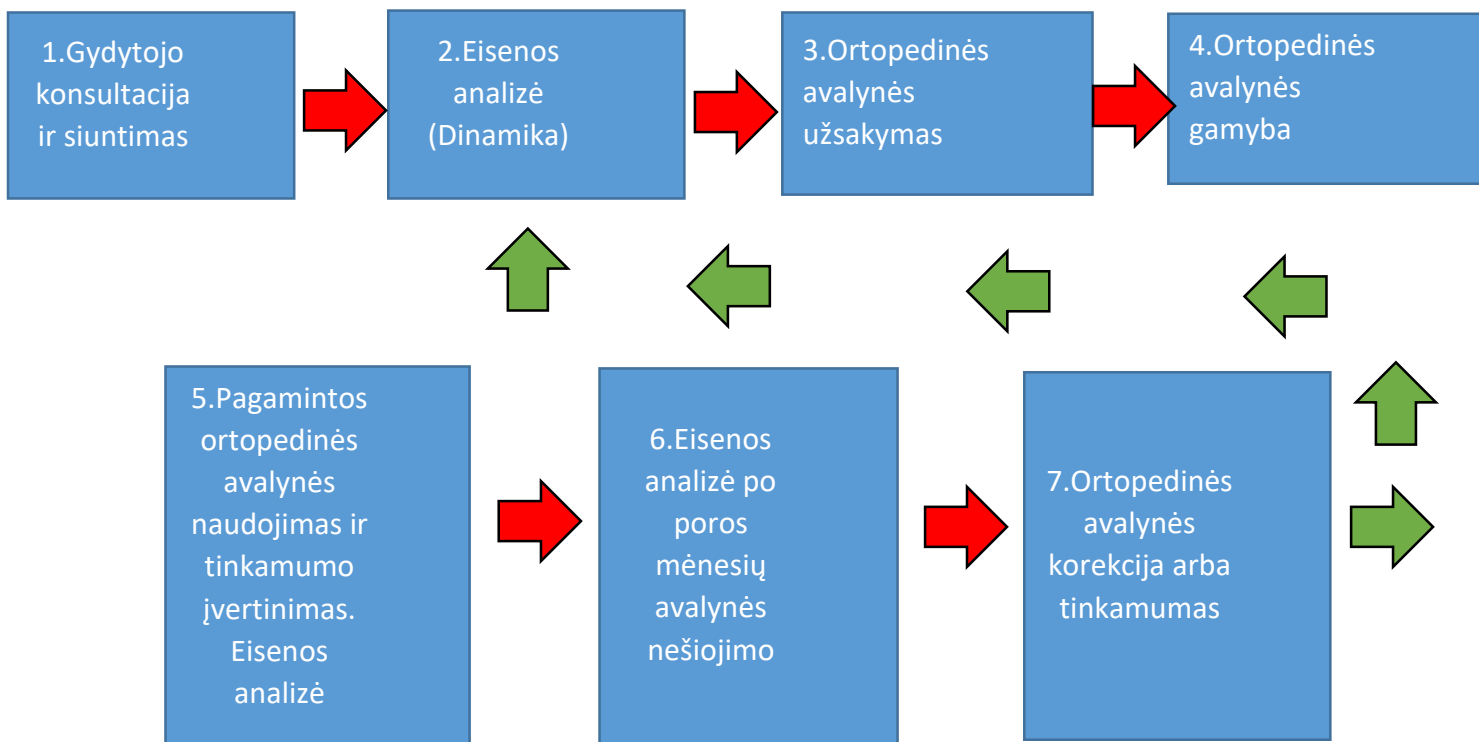
Jei šį metodą pavaizduotume grafiškai, jis atrodytų maždaug taip (22 pav.):



22 pav. Įprastas ortopedinės avalynės gamybos modelis

Šio modelio trūkumas – grįžtamojo ryšio nebuvimas. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad vaikai, kuriems reikalinga ortopedinė avalynė, turi būti profilaktiškai stebimi, analizuojama avalynės įtaka eisenos parametrams, fiksuojami pokyčiai, lyginami skirtumai ir panašiai. Ortopedinė avalynė neturi būti laikoma įprastu reiškiniu. Jei priimtas sprendimas, kad tokia avalynė vaikui reikalinga, tai reiškia, kad jam reikalinga gydymo priemonė, o jos veiksmingumas nustatomas stebint ir analizuojant eisenos analizės pokyčius, taip ieškant tinkamiausios. Įprastas modelis turėtų būti keičiamas.

Siūlomas modelis pavaizduotas grafiškai (23 pav.):



23 pav. Siūlomas naujas ortopedinės avalynės gamybos modelis

IŠVADOS

1. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad eisenos analizės rezultatai yra geriausi, kai tiriamasis eina su ortopedine avalyne: pėda palaikoma tinkamoje pozicijoje, žingsnio ilgis sutrumpėja, svorio centras pasiskirsto tolygiau, tiriamasis jaučiasi labiau užtikrintas, eisena tampa spartesnė, stabilesnė.
2. Taip pat išsiaiškinta, kad labai svarbus avalynės įtakos stebėjimas, kaip ir kiek keičiasi eisenos parametrai, praėjus laiko avalynės naudojimo laikotarpiu. Paciento eisenos pokyčiai turi būti periodiškai fiksuojami, o avalynė taisoma. Eisenos analizės rezultatų pagrindas – individualios ortopedinės avalynės kokybiškumas.
3. Atlikus duomenų analizę ir susisteminius rezultatus, buvo sukurtas naujas individualios vaikiškos ortopedinės avalynės gamybos modelis, kuris paremtas grįžtamuju ryšiu tarp paciento, gydytojo ir avalynę gaminančios įmonės.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Šešok Anžela, “Ortopedinės avalynės projektavimas ir gamyba”, leidykla „Technika“, Vilnius 2012.
2. <http://www.orthobaltic.lt> Prisijungimas: 2017.05.15
3. Povilaitytė J., “Ikimokyklinio amžiaus vaikų plokščiapėdystės įvertinimo metodų palyginimas prieš ir po kineziterapijos”, *magistro darbas*, 2014.
4. <http://www.reabilitacijoscentras.lt/ru/node/241>. Prisijungimas: 2017.08.03
5. Mikalajūnas V., “Kojų raumenų stiprinimo ir liemens funkcijos lavinimo pratimų poveikis asmenų, patyrusių galvos smegenų infarktą, eisenos kokybei”, *magistro darbas*, 2008.
6. Rutulys I., Šešok A., “Ortopedinių įdėklų įtakos slėgio pasiskirstymui pėdoje tyrimas”, *Vilniaus Gedimino technikos universitetas*, 2010, 31 – 34p.
7. Colver A., Charles F., Pharoah P. “Cerebral palsy”, 2013
8. Šulinskienė A. “Kineziterapijos ir įtvarų poveikis 6–10 metų vaikų su cerebriniu paralyžiumi eisenai”, *magistro darbas*, 2005, 12 p.
9. Prieiga per internetą: <http://web.vaikuligonine.lt>. Prisijungimas: 2017. 10. 20
10. Koževnikovas, E., “Fleksabilios plokščiapėdystės gydymo individualiais koreguojančiais avalynės įdėklais patirtis.” *Sveikatos mokslai*, 2002, 49–53.
11. Jurkštaitė Ž., “Nišinių produktų eksporto plėtros alternatyvos ir jų vertinimas“, *magistro darbas*, 2016.
12. Prieiga per internetą: <http://www.ortopro.lt>. Prisijungimas: 2017.10.20
13. Oatis, C. A Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movements. *1st ed. Filadelfija. Baltimore. Lippincott.Williams & Wilkins. .(2004).*
14. Root, M. L. Orien, W. P., Weed, J.H. (1977) Normal and abnormal function of the foot. 1 st Ed. Vol 2. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation, 1977.
15. Kalron Alon. Frid Lior, “The “butterfly diagram”: A gait marker for neurological and cerebellar impairment in people with multiple sclerosis”, *Journal of the Neurological Sciences* , 2015.
16. Goodmann, C.,“Pathology impications for the Physical therapist”. *Philadelphfa, WB Saunders.* 2003.
17. Juškelienė, V., „Visuomenės sveikatos įvadas: sveikatos stiprinimas: mokymo metodinė priemonė.“ Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2008.

18. Prieiga per internetą: <http://www.stepforward.lt/> Prisijungimas: 2017.10.20
19. Prieiga per internetą: <http://medacad.wikispaces.com> Prisijungimas: 2017.11.05
20. Prieiga per internetą: <https://trishlafoundation.deviantart.com> Prisijungimas: 2017.12.15

PRIEDAS 1

TIRIAMOJO ASMENS SUTIKIMO FORMA

Aš, _____, sutinku, kad mano sūnus/dukra dalyvautų tyrime, kurio rezultatai bus panaudoti moksliniais tikslais.

Sutinku, kad atliekamo tyrimo metu bus naudojama foto/video kamera, skirta nustatyti tikslius apatinių galūnių biomechaninių parametrų pokyčius ir laiką.

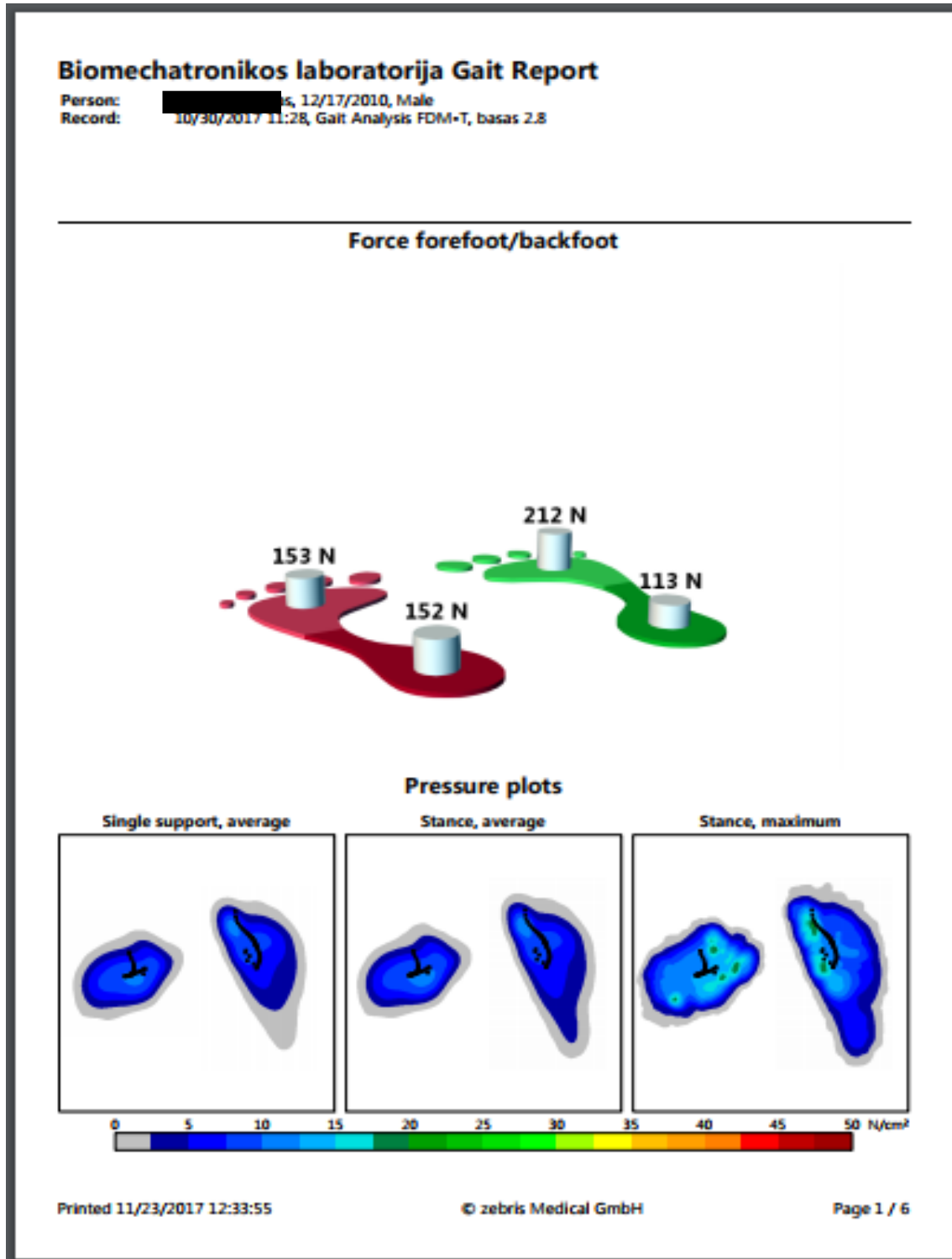
Tiriamąjo asmens vieno iš tėvų parašas

parašas

Data _____

PRIEDAS 2

Vieno iš tiriamųjų eisenos parametrai, esant basam:

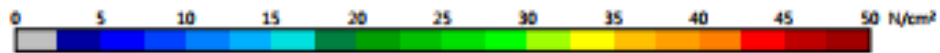
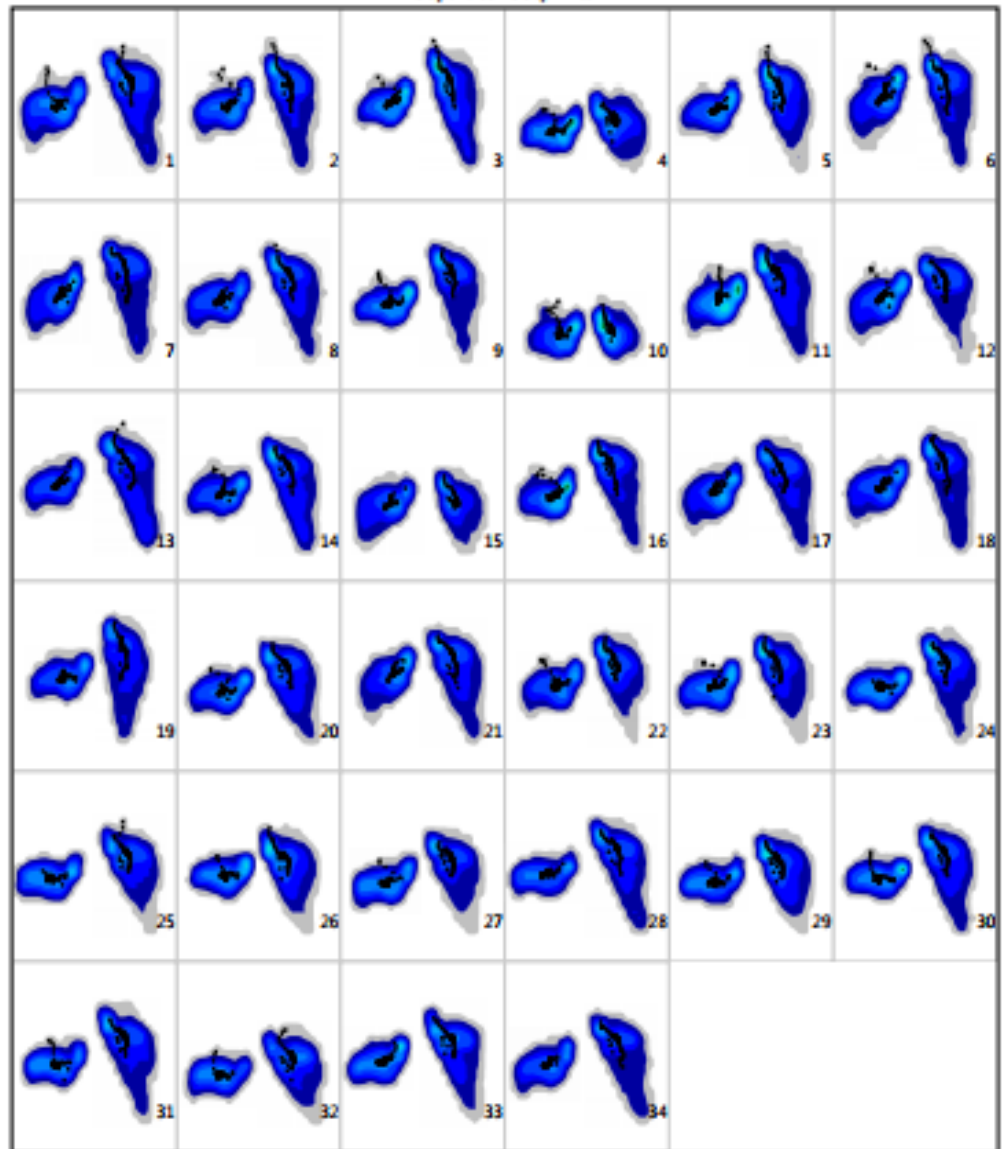


Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: ██████████/17/2010, Male

Record: 10/30/2017 11:28, Gait Analysis FDM-T, basas 2.8

Separate footprints



Printed 11/23/2017 12:33:55

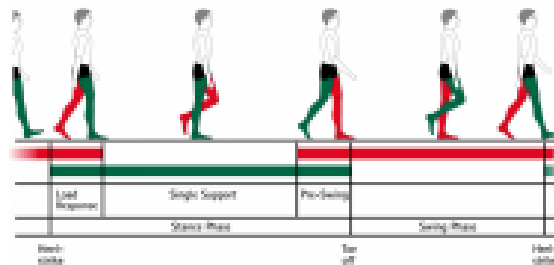
© zebris Medical GmbH

Page 2 / 6

Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: ██████████ 2/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:28, Gait Analysis FDM-T, basas 2.8

Gait parameters



Geometry

Foot rotation, degree	L	-45.8±32.5	-100°	100°
	R	-7.5±3.9		
Step length, cm	L	40±5		100 cm
	R	29±3		
Stride length, cm		69±6		100 cm
Step width, cm		14±4		

Phases

Stance phase, %	L	59.4±3.1		100 %
	R	65.2±2.9		
Load response, %	L	12.7±2.1		
	R	11.9±3.1		
Mid stance, %	L	34.8±2.8		
	R	40.6±3.3		
Pre-Swing, %	L	12.0±3.1		
	R	12.7±2.0		
Swing phase, %	L	40.6±3.1		
	R	34.8±2.9		
Double stance phase, %		24.6±3.5		

Timing

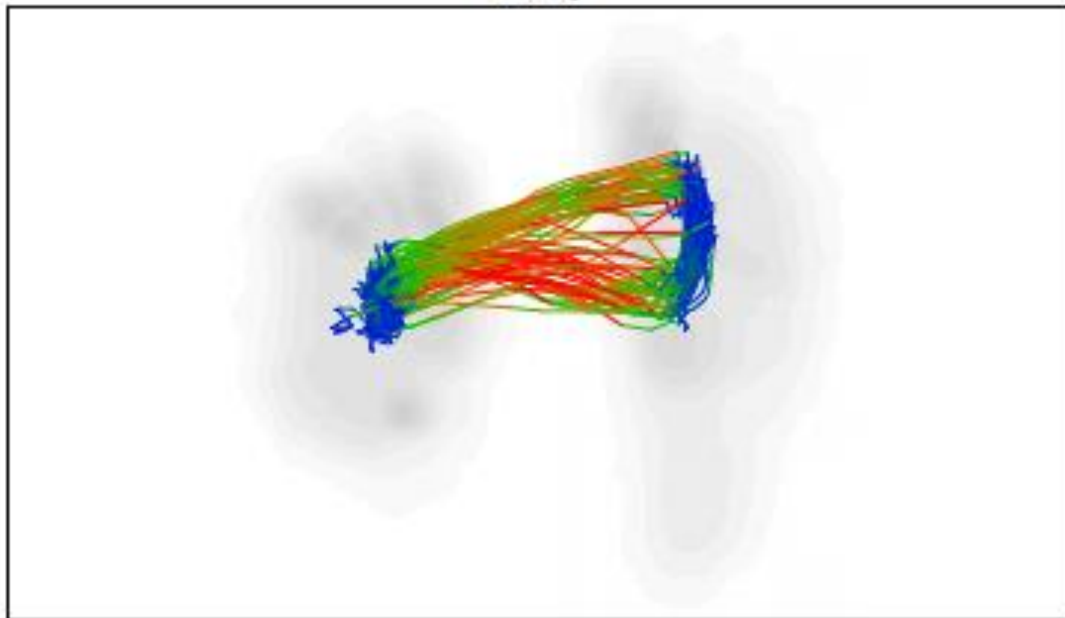
Step time, sec	L	0.47±0.04		1.2 sec
	R	0.47±0.03		
Stride time, sec		0.89±0.05		1.2 sec
Cadence, steps/min		135±8		140 steps/min
Velocity, km/h		2.8±0.2		4 km/h

Biomechatronikos laboratorija Gait Report

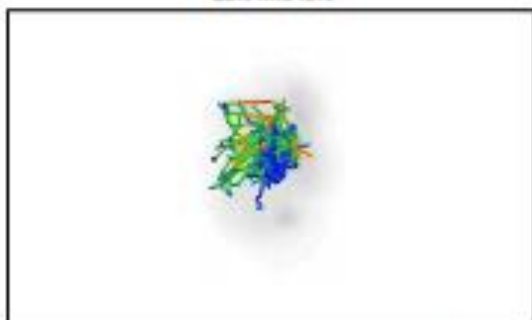
Person: Pj... /17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:28, Gait Analysis FDM-T, basas 2.8

COP analysis

Butterfly



Gait line left



Gait line right



Butterfly parameters

Length of gait line, mm	L	37.0±12.1		150 mm
	R	69.0±14.0		
Single support line, mm	L	13.5±3.9		
	R	30.6±10.1		
Ant/post position, mm		114.5±8.0		
Lateral symmetry, mm		-39.6±19.1		75 mm
Max gait line velocity, cm/sec		230.5		

Printed 11/23/2017 12:33:55

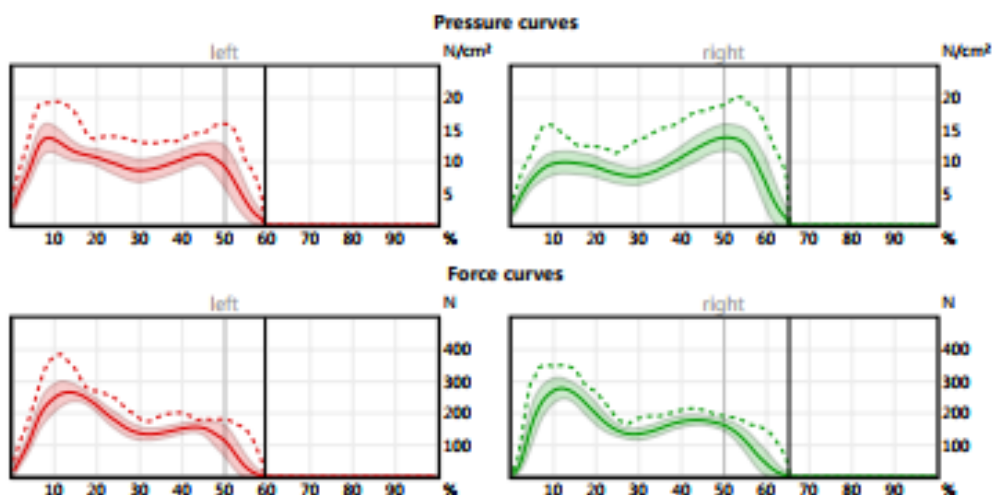
© zebris Medical GmbH

Page 4 / 6

Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: [REDACTED] 2/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:28, Gait Analysis FDM-T, basas 2.8

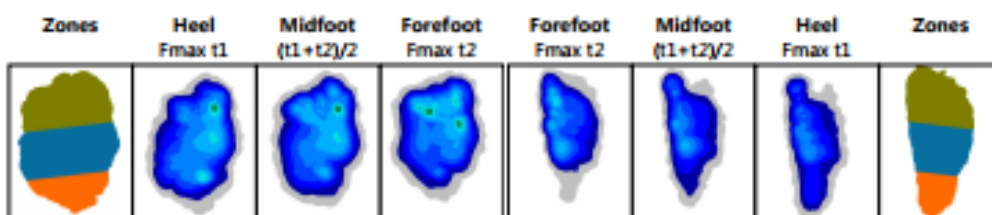
Force and pressure



Force parameters

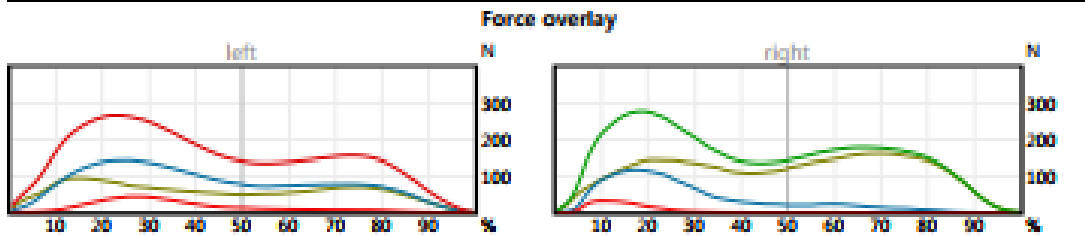
Parameter	Side	Value	Scale
Maximum force1, N	L	266.5	500 N
	R	278.3	500 N
Time maximum force1, %	L	13	100%
	R	11	100%
Maximum force2, N	L	156.8	500 N
	R	178.7	500 N
Time maximum force2, %	L	43	100%
	R	43	100%

Three foot zone analysis



Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: ██████████ 2/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:28, Gait Analysis FDM-T, basas 2.8



Load change

Time change heel to forefoot, sec	L	0.01 ± 0.02	0.03 sec
	R	0.01 ± 0.02	
Time change heel to forefoot, %	L	1.5 ± 2.9	100%
	R	1.0 ± 0.4	

Maximum force, N

Forefoot	L	104.4 ± 21.5	400 N
	R	174.4 ± 24.1	
Midfoot	L	149.7 ± 28.3	
	R	126.1 ± 21.3	
Heel	L	54.7 ± 14.3	
	R	46.7 ± 15.7	

Maximum pressure, N/cm²

Forefoot	L	14.5 ± 2.3	25 N/cm ²
	R	15.1 ± 2.3	
Midfoot	L	12.2 ± 1.5	
	R	9.3 ± 2.5	
Heel	L	9.7 ± 2.5	
	R	5.4 ± 1.8	

Time maximum force, % of stance time

Forefoot	L	26.7 ± 24.4	100%
	R	48.3 ± 23.0	
Midfoot	L	23.6 ± 3.8	
	R	19.0 ± 4.6	
Heel	L	25.1 ± 5.7	
	R	9.7 ± 3.6	

Contact time, % of stance time

Forefoot	L	96.7 ± 2.2	100%
	R	97.8 ± 0.9	
Midfoot	L	95.4 ± 3.5	
	R	82.9 ± 7.3	
Heel	L	75.4 ± 16.1	
	R	22.8 ± 11.9	

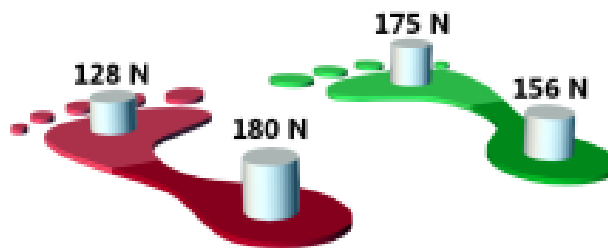
PRIEDAS 3

Su ortopedine avalyne:

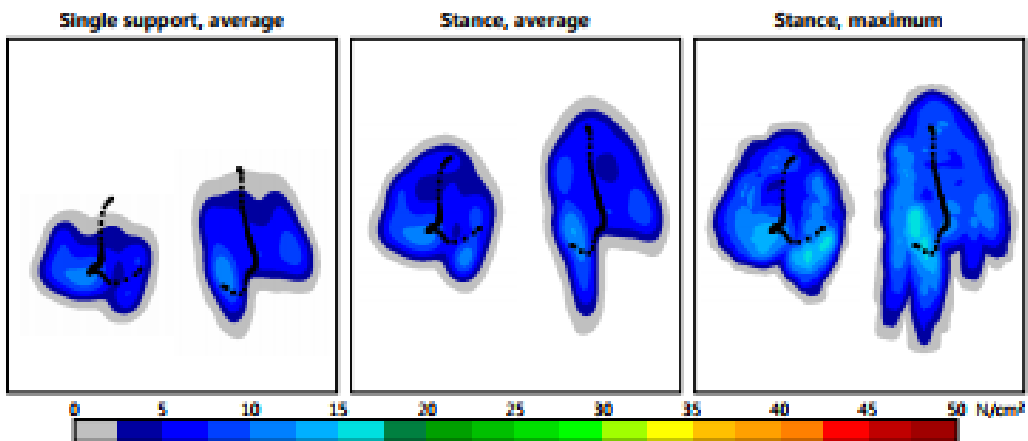
Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: [REDACTED] 12/17/2010, Male
Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

Force forefoot/backfoot

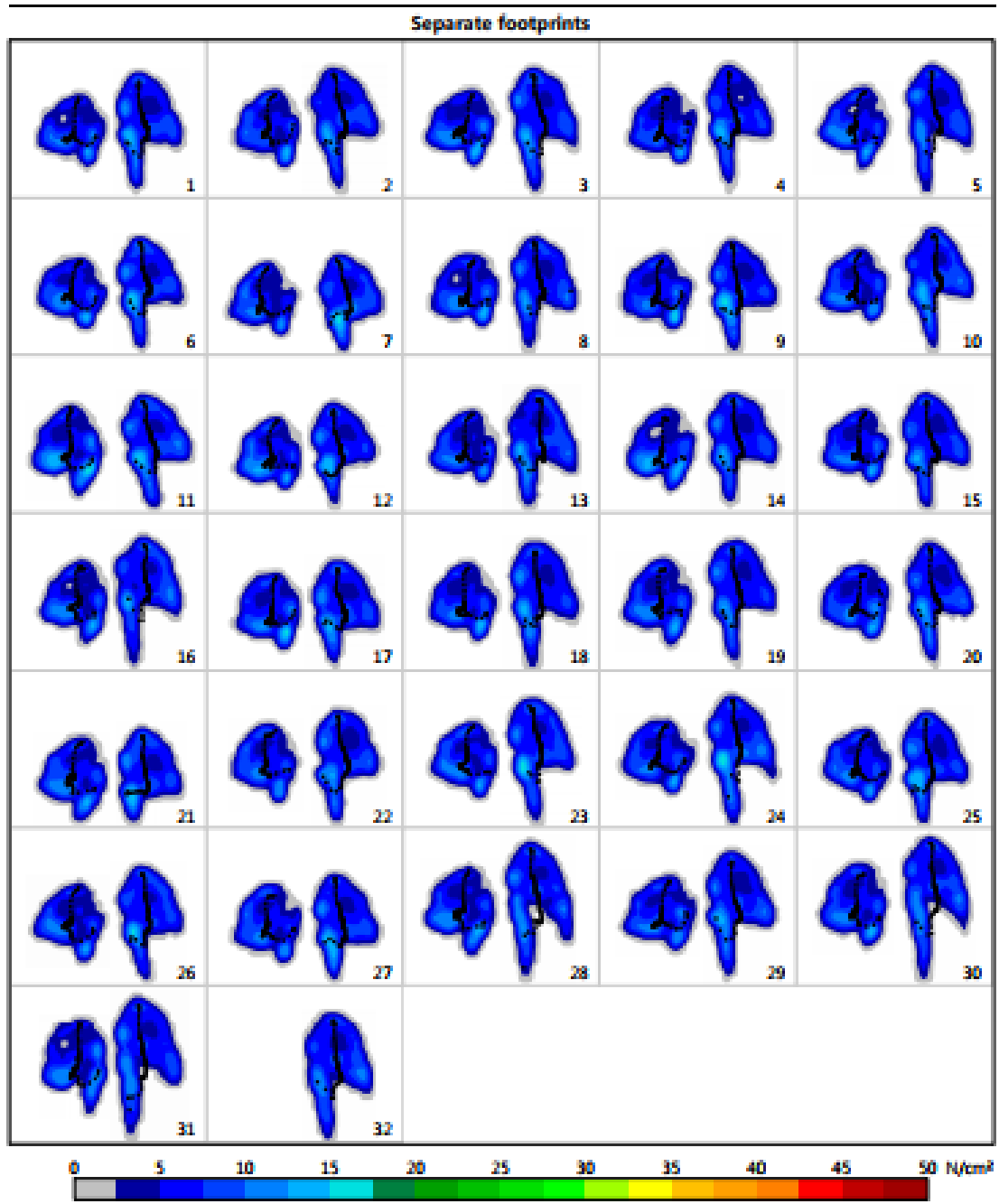


Pressure plots



Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: [REDACTED] 12/17/2010, Male
Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

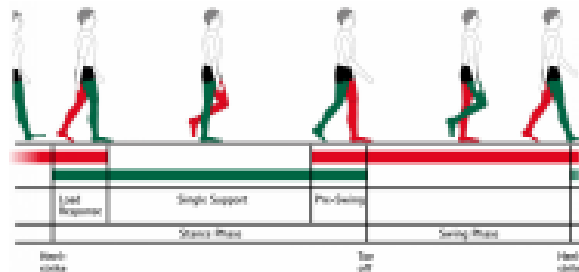


Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: ██████████ 12/17/2010, Male

Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

Gait parameters



Geometry

Foot rotation, degree	L	15.6±6.4	-30°	30°
	R	13.5±3.9		
Step length, cm	L	40±3	100 cm	
	R	33±2		
Stride length, cm		73±4	100 cm	
Step width, cm		8±3		

Phases

Stance phase, %	L	63.0±2.1	100 %
	R	65.4±1.8	
Load response, %	L	14.8±2.0	
	R	13.7±1.7	
Mid stance, %	L	34.6±2.2	
	R	37.0±1.9	
Pre-Swing, %	L	13.7±1.8	
	R	14.7±1.9	
Swing phase, %	L	37.0±2.1	
	R	34.6±1.8	
Double stance phase, %		28.4±2.1	

Timing

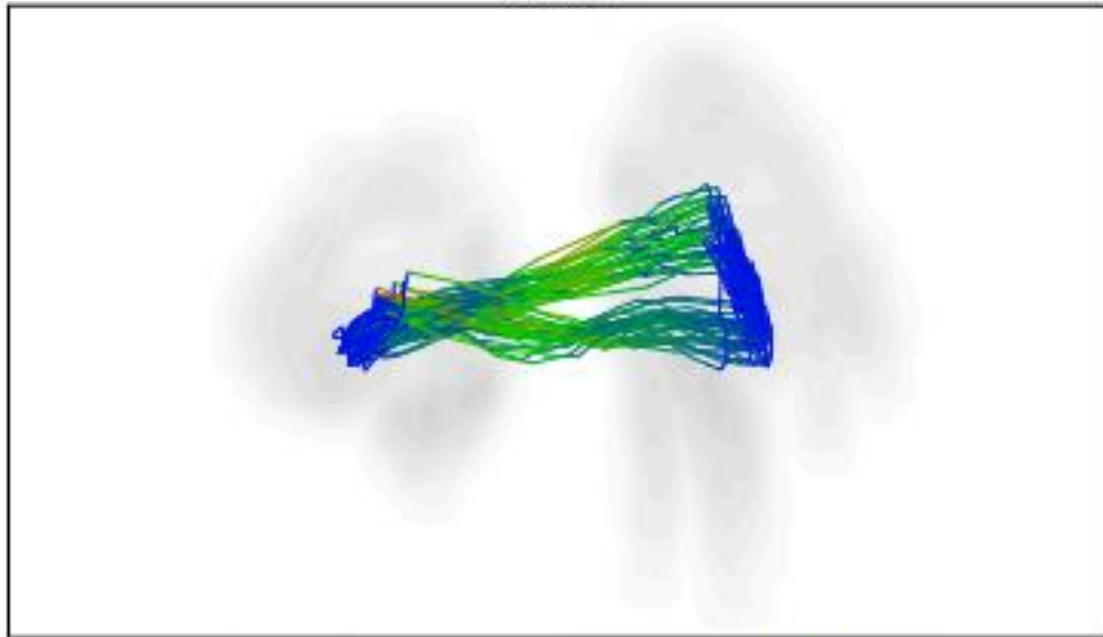
Step time, sec	L	0.48±0.03	1.2 sec
	R	0.46±0.03	
Stride time, sec		0.94±0.03	1.2 sec
Cadence, steps/min		128±5	134 steps/min
Velocity, km/h		2.8±0.2	4 km/h

Biomechatronikos laboratorija Gait Report

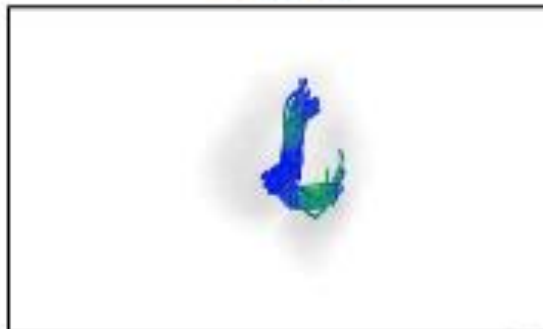
Person: [REDACTED] 12/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

COP analysis

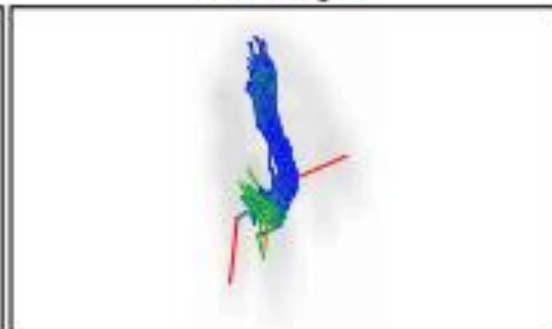
Butterfly



Gait line left



Gait line right



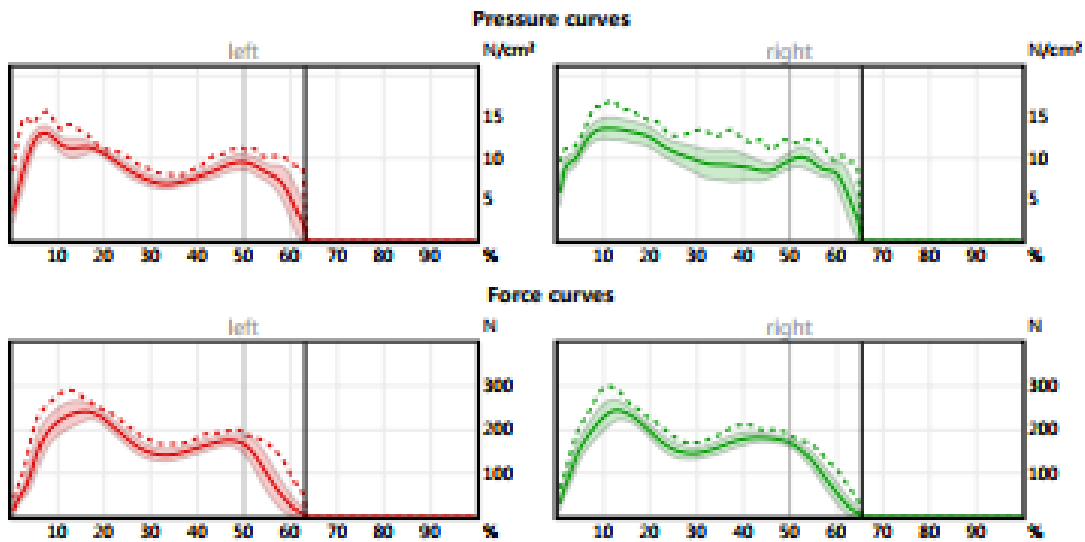
Butterfly parameters

Length of gait line, mm	L	72.8±6.3		100 mm
	R	112.6±11.1		
Single support line, mm	L	17.6±3.9		
	R	40.6±8.4		
Ant/post position, mm		117.0±3.1		
Lateral symmetry, mm		-43.5±12.3		80 mm
Max gait line velocity, cm/sec		464.3		

Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: [REDACTED] 12/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

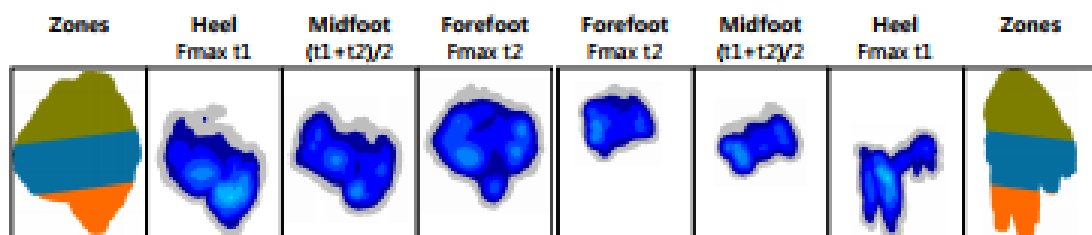
Force and pressure



Force parameters

Maximum force1, N	L	242.7	<div style="width: 60%;"></div>	400 N
	R	245.5	<div style="width: 61%;"></div>	
Time maximum force1, %	L	15	<div style="width: 15%;"></div>	100%
	R	12	<div style="width: 12%;"></div>	
Maximum force2, N	L	176.5	<div style="width: 44%;"></div>	400 N
	R	182.7	<div style="width: 46%;"></div>	
Time maximum force2, %	L	46	<div style="width: 46%;"></div>	100%
	R	43	<div style="width: 43%;"></div>	

Three foot zone analysis



Biomechatronikos laboratorija Gait Report

Person: XXXXXXXXXX 12/17/2010, Male
 Record: 10/30/2017 11:35, Gait Analysis FDM-T, ejimas basutes A 2.8

