

ORTOPEDINIŲ ĮDĖKLŲ ĮTAKOS SLĖGIO PASISKIRSTYMIUI PĖDOJE TYRIMAS

Ignas Rutulys¹, Andžela Šešok²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹ignas.rutulys@post.skynet.lt; ²andzelo@vgtu.lt

Santrauka. Nagrinėjama individualių ortopedinių įdėklų įtaka slėgio pasiskirstymui pėdoje. Aptariamos pėdų deformacijos, ortopedinių įdėklų tipai, medžiagos, slėgio pėdoje tyrimo metodai. Atlikti eksperimentiniai kompiuteriniai slėgio pėdoje matavimai prieš įdėklų naudojimą ir po jo. Šio tyrimo metu buvo naudojami įdėklai iš įvairių medžiagų, parinkti pagal žmogaus svorį, patologiją, odos jautrumą ir daugelį kitų priežasčių. Nustatyta, kad ortopedinių įdėklų įtaka labiau pastebima vaikams, kurių pėdos, lyginant su suaugusiųjų, koregavosi daug lengviau.

Reikšminiai žodžiai: ortopediniai įdėklai, slėgio pasiskirstymas pėdoje, kompiuterinis pėdų tyrimas.

Įvadas

Ortopediniai įdėklai naudojami pėdos skeleto deformacijoms (plokščiapadystei, šleivumui) koreguoti ir pagal galimybes gydyti.

Pėdos deformacijų vertinimo metodus galima suskirstyti į:

- klasikinius – tai vizualiniai metodai, atspaudų gavimas, antropometriniai metodai;
- rentgenografinius metodus;
- biomechaninius metodus.

Padometrija – tai kompiuterinis pėdų tyrimas, parodantis anatominę pėdos struktūrą, pėdos ašis, rotaciją, tikslų slėgį atskirose anatominėse zonose. Šiuo metu kompiuteriniai pėdų tyrimo metodai plačiai taikomi ortopedinėje praktikoje. Jie padeda diagnozuoti įvairias pėdos deformacijas, apsispręsti dėl chirurginio gydymo reikalingumo ir taktikos bei reabilitacinio gydymo po įvairių pėdų operacijų efektyvumo.

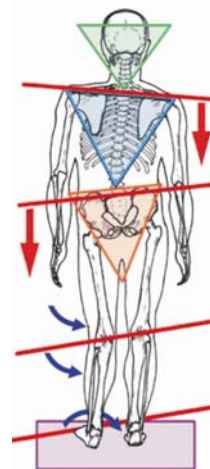
Vaikų kojų deformacijos yra viena didžiausių ortopedinių problemų, tačiau jas nustatyti ganėtinai sudėtinga. Nors rentgenogramos gali tai užfiksuoti, bet jos neparodo dinaminės pėdos būklės. Pėdai tirti taikomas kompiuterinis tyrimas, kurio metu nustatomas kojos ir grindų kontakto spaudimas pacientui einant arba stovint.

Objektyvus dinaminis kojos įvertinimas ir deformacijos laipsnis gaunamas einant (Chang *et al.* 2002; Liu *et al.* 2005; Thometz *et al.* 2005). Kai kuriuose darbuose (Andreacchio *et al.* 2000; Huber *et al.* 2004; Metaxiotis *et al.* 2000) vaikų padometrija buvo naudota pėdos šleivumo gydymo efektyvumui vertinti ir kojos deformacijoms, susijusioms su cerebriniu paralyžiumi, nustatyti. Visais pėdos tyrimo atvejais kompiuterinis pėdų tyrimas padeda

nustatyti itin tikslų kojos slėgio pasiskirstymą. Kitų darbų (Singh *et al.* 2005; Lavery *et al.* 2003; Armstrong *et al.* 1998) tikslas buvo pėdą tiriant kompiuteriniu būdu apibrėžti aukščiausius pėdą slegiančius taškus, kurie tose vietose sukelia pėdos opėjimą ir kitus neuropatijos požymius.

Padometrijos duomenys naudoti tiriant kojas dėl reumatoidinio artrito, *hallux valgus*, *metatarsalgia* ir *ca-vovarus* deformacijų (Holmes *et al.* 1990; Armstrong *et al.* 1998). Šleivumo gydymas įvertintas taip pat padometrijos metodu (Huber *et al.* 2004).

Šleivapėdystę turintiems žmonėms gali atsirasti problemų dėl netaisyklingo pėdos statymo einant. Dėl to galimi kelio, klubo ir net stuburo skausmai (1 pav.), todėl labai svarbu tinkamai parinkti ortopedinius įdėklus. Padometrijos duomenys taip pat naudingi vertinant techninį rezultatą po gydymo dėl *valgus* ir kitų kojų deformacijų (Kouchi *et al.* 2001).



1 pav. Šleivapėdystės pasekmės žmogui

Fig. 1. Talipes after-effect for human

Mechaniniai veiksniai yra labai svarbūs pėdos opėjimo etiologijoje. Paprastai pažeidimas atsiranda dėl pėdos deformacijų (pavyzdžiui, išsikišusių galvučių, plaktukinių pirštų, išilginio skliauto), esant sensorinei neuropatijai. Tai lemia nuolat padidėjusį planitarinį atskirų taškų spaudimą einant. Šis spaudimas pažeidžia audinius. Iš pradžių tai dažniausiai pasireiškia kraujosruvomis po nuospauda, pūslėmis, nedideliais odos įtrūkimais. Jei trauma tęsiasi esant prarastiems apsauginiams jutimams dėl sensorinės neuropatijos, atsiranda opų (Earnshaw *et al.* 2002; Nguyen *et al.* 2001).

Nustatytas glaudus ryšys tarp padidėjusio pėdos spaudimo taškų ir planitarinių opų susiformavimo. Pėdos spaudimas gali būti matuojamas įvairia įranga – pradedant optine ir baigiant elektronine, pastaroji vaizduoja pėdos spaudimo taškus kompiuteryje grafiniu pavidalu. Spaudimą matuojantys avalynės įdėklai su elektronine sensorine sistema padeda įvertinti ortopedinės avalynės tinkamumą.

Normaliai stovint svoris, tenkantis pėdai, pasiskirsto tam tikromis dalimis, t. y. 50 % svorio tenka kulnui ir tiek pat padikaulių galvoms (Muckus 2006). Net ir mažiausias pokytis pėdos biomechanikoje sutrikdo svorio pasiskirstymą.

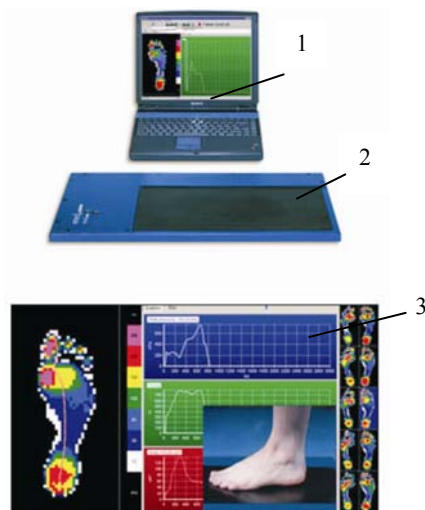
Atsižvelgiant į pėdos patologiją, parinkus šiai patologijai ir deformacijai kompensuoti tinkamas medžiagas, individualiai gaminami ortopediniai batų įdėklai. Jie gaminami iš nealergiškos, patvarios medžiagos (pvz.: „Nora lunasoft“, „Pedilen“ kamštinės medžiagos, ir kt.), sukurto įvairioms pėdoms koreguoti ir tiesinti.

Šio darbo tikslas – kompiuterinio pėdų tyrimo būdu nustatyti individualių ortopedinių įdėklų įtaką slėgio pasiskirstymui pėdoje.

Metodai

Buvo tirti 25 žmonės, besiskundžiantys pėdų skausmais, kurių amžius buvo nuo 7 iki 50 metų. Kiekvienam pacientui asmeniškai atliktas pėdų slėgio tyrimas. Pagal gautus duomenis pagaminti įdėklai, kuriais bandyta pėdą atstatyti į fiziologinę padėtį. Įdėklų medžiagos buvo kelių rūšių: kietos, vidutinio minkštumo, minkštos. Kieti įdėklai išlaiko pėdos skliautus taisyklingos padėties, padeda tolygiai paskirstyti krūvį ir mažina pertemptų sausgyslių ar padikaulių skausmus. Įdėklai iš elastingų medžiagų palengvina eisena, nes šiuos smūgius sugeriančios medžiagos amortizuoja pėdos svyravimus. Minkšti įdėklai padeda kenčiantiesiems dėl nuospaudų, esant skausmams, sausai sueižėjusiai odai. Tokie įdėklai ypač rekomenduojami sergantiesiems cukriniu diabetu, nes jie prisitaiko pagal pėdos formą ir apsaugo ją nuo trinties.

Šiam tyrimui atlikti pasitelktas „Capron S. A. elipse 2000“ firmos padografas. Žmogui atsistojus ant stendo, kuriame yra 1024 jutikliai, kompiuterio ekrane matomas pėdų vaizdas, rodantis anatomines pėdų savybes (2 pav.). Taip galima nustatyti plokščiapadystę ar aukštą skliautą.



2 pav. Padografas: 1 – kompiuteris; 2 – padografo stendas; 3 – slėgio pasiskirstymo vaizdas padografo monitoriuje

Fig. 2. Foot scanner: 1 – computer; 2 – analyzer of foot scanner; 3 – pressure distribution image on the monitor of foot scanner

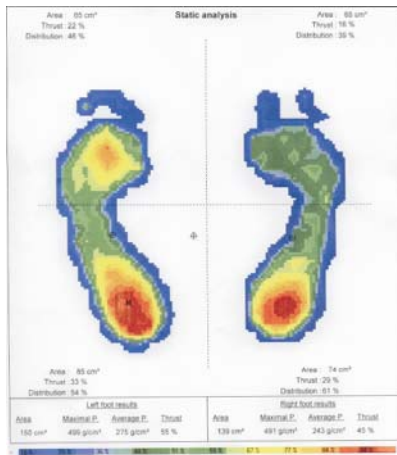
Tyrimas susideda iš dviejų dalių: pirmiausia tiriama anatominė pėdos struktūra, o vėliau apskaičiuojama spaudimo jėga įvairiose pėdos vietose. Spalvotas pėdų apkrovos vaizdas rodo, kiek procentų spaudimo tenka vienai ar kitai pėdai, kiek atskiroms pėdų dalims. Tyrimai atlikti UAB „Idemus“.

Rezultatai

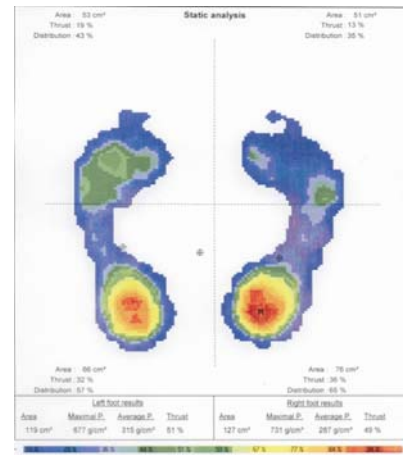
Atliktų tyrimų rezultatų fragmentai pateikti 3 ir 4 pav. 3 pav. matyti kompiuterinio pėdų tyrimo vaizdai iki įdėklų naudojimo. 4 pav. pateikti tų pačių žmonių slėgio pasiskirstymo pėdoje vaizdai po ortopedinių įdėklų naudojimo (po 6 mėn.). 4 pav., a pacientui, nešiojusiam įdėklus pusę metų, pėda pakito nedaug. Atsižvelgiant į paciento amžių (50 m.), jo pėdų pokytis nebus didelis. Šiuo atveju sumažėjo tik skersinė plokščiapadystė, taip pat apkrova kulnų srityje.

Šiam pacientui buvo pagaminti įdėklai iš kamštinės medžiagos su minkšta kulno dalimi.

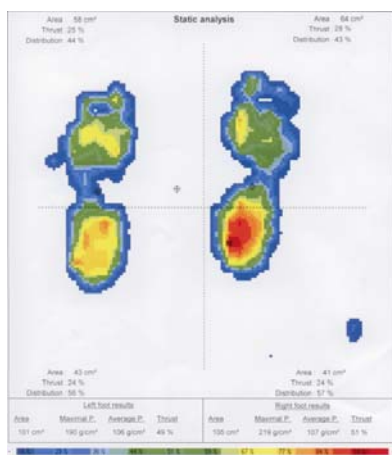
Pagrindinė paciento (4 pav., b) problema – įgimta plokščiapadystė ir kulno skausmai. Šis pacientas yra 7 metų amžiaus ir įdėklus nešiojo metus. Analizuojant 3 ir 4 pav., b atvejį prieš įdėklų nešiojimą ir po jo, akivaizdžiai matyti įdėklų nauda.



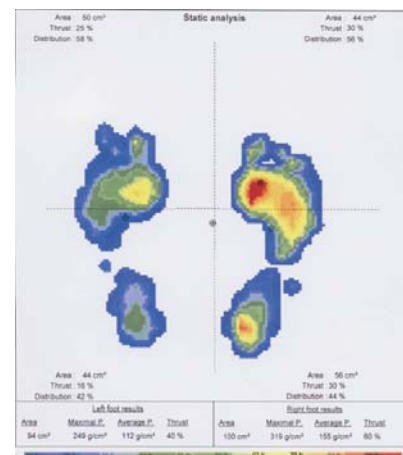
a)



a)



b)



b)

3 pav. Slėgio pasiskirstymas pėdoje: 50 metų žmogaus, besiskundžiančio skausmais kulno srityje (a); 7 metų vaiko, besiskundžiančio skausmais padikaulių ir kulno srityje (b)

Fig. 3. Pressure distribution in foot: 50 years old man complaining of pain in the heel area (a); 7 years of a child complaining of pain in the metatarsus and heel area (b)

Skersinis skliautas buvo keliamas pamažu, nes nauji įdėklai gaminti praėjus pusei metų ir kas 2 mėnesius atlikta įdėklų korekcija. Įdėklai gaminti iš aukštų temperatūrų plastiko, kuri prirėikus galima koreguoti.

Analizuojant suaugusio žmogaus (3 pav., a) slėgio pėdoje pasiskirstymą matyti, kad prieš įdėklų nešiojimą bendras pėdos atramos plotas buvo: dešinės kojos 139 cm², kairės – 150 cm²; maksimalus slėgis: dešinės kojos 49,1 kPa, kairės – 49,9 kPa. Vaiko (3 pav., b) dešinės pėdos atramos plotas 105 cm², kairės – 101 cm²; dešinės kojos slėgis 21,9 kPa, kairės – 19 kPa.

Praėjus pusei metų pakartotinai atlikti pėdų tyrimai. Palyginus pradinius ir po įdėklų nešiojimo gautus rezultatus nuotraukose matome daug artimesnius fiziologinei pėdai rezultatus. Nagrinėjant suaugusio žmogaus duomenis (4 pav., a) sumažėjo bendras pėdos atramos plotas (dešinės

4 pav. Slėgio pasiskirstymas pėdoje po įdėklų naudojimo: 50 metų žmogaus, besiskundžiančio skausmais kulno srityje (a); 7 metų vaiko, besiskundžiančio skausmais padikaulių ir kulno srityje (b)

Fig. 4. Pressure distribution in foot after inserts use: 50 years old man complaining of pain in the heel area (a); 7 years of a child complaining of pain in the metatarsus and heel area (b)

kojos 127 cm², kairės 119 cm²), bet jam sumažėjus padidėjo slėgis (dešinės pėdos slėgis padidėjo 25 kPa, o kairės – 20 kPa), nes pėda remiasi mažesniu plotu. Slėgis taip pat gali pakisti ir padidėjus svoriui. Nagrinėjant vaiko duomenis (4 pav., b) bendras plotas sumažėjo – dešinės kojos buvo 100 cm², kairės – 94 cm². Vidutinis slėgis, veikiantis pėdas, padidėjo, ypač pirmojo padikaulio srityje (dešinės kojos apie 40 kPa, o kairės – 50 kPa). Žinant, kaip vaikai sparčiai auga – didėjant svoriui, auga ir pėda – sudėtinga daryti išvadas pagal gautus rezultatus, tad daugiausia dėmesio skiriama gautiems vaizdams analizuoti. Šiuo atveju išilginis skliautas po įdėklų nešiojimo atsistatė į teisingą fiziologinę padėtį, o dėl pirmojo padikaulio veikiamo slėgio paskirtos pėdų mankštos – ir įdėklai su minkštu pagrindu padikaulių srityje.

Tinkamas ortopedinių įdėklų pritaikymas naudingas atstatant arba palaikant fiziologinę žmogaus pėdos būklę. Didžiausia ortopedinių įdėklų nauda atliekant tyrimą buvo vaikams, kurių pėdos, lyginant su suaugusiųjų, koregavosi daug lengviau. Vaikų pėdos koreguojasi daug paprasčiau, nes jų organizmas dar tik vystosi.

Išvados

1. Ortopedinių įdėklai naudingi atstatant arba palaikant fiziologinę žmogaus pėdos būklę. Įdėklų įtaka labiau pastebima vaikams, kurių pėdos, lyginant su suaugusiųjų, koreguojasi daug lengviau.
2. Naudojant ortopedinius įdėklus visų pacientų pėdos pakito į gerąją pusę. Sumažėjo kulnų skausmai, bendras pėdos plokštumos plotas. Pėdoje atsirado pagrindiniai atramos taškai, pradėta remtis pirmuoju ir penktuoju padikauliais – tai atitinka normalią pėdos biomechaniką.
3. Ortopedinių įdėklų medžiagos parenkamos pagal žmogaus svorį, patologiją, odos jautrumą. Žmonėms, sergantiems cukriniu diabetu, turintiems labai didelę plokščiapadystę arba antsvorio, naudojami įdėklai, turintys minkštą paviršių. Gydant mažų vaikų šleivapėdystę, gaminami įdėklai, kurių karkasinę dalį sudaro aukštų temperatūrų plastikas, kamštinė medžiaga.

Literatūra

- Andreacchio, A.; Orellana, C.; Miller, F.; Bowen, T. 2000. Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 20: 501–505. doi:10.1097/00004694-200007000-00015
- Armstrong, D. G.; Peters, E. J.; Athanasiou, K. A.; Lavery, L. A. 1998. Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patients at risk for neuropathic foot ulceration, *Journal of Foot and Ankle Surgery* 37: 303–307. doi:10.1016/S1067-2516(98)80066-5
- Bowen, T. R.; Miller, F.; Castagno, P.; Richards, J.; Lipton, G. 1998. A method of dynamic foot-pressure measurement for the evaluation of pediatric orthopaedic foot deformities, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 18: 789–793. doi:10.1097/00004694-199811000-00017
- Chang, C. H.; Albarracin, J. P.; Lipton, G. E.; Miller, F. 2002. Long-term follow-up of surgery for equinovarus foot deformity in children with cerebral palsy, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 22: 792–799. doi:10.1097/00004694-200211000-00020
- Chang, C. H.; Miller, F.; Schuyler, J. 2002. Dynamic pedobarograph in evaluation of varus and valgus foot deformities, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 22: 813–818. doi:10.1097/00004694-200211000-00023
- Craxford, A. D.; Minns, R. J.; Park, C. 1984. Plantar pressures and gait parameters: a study of foot shape and limb rotations in children, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 4: 477–481.
- Earnshaw, S. A.; Aladin, A.; Surendran, S.; Moran, C. G. 2002. Closed reduction of colles fractures: comparison of manual manipulation and finger-trap traction: a prospective, randomized study, *Journal of Bone and Joint Surgery (American)* 84-A 3: 354–358.
- Holmes, G. B. Jr.; Timmerman, L. 1990. A quantitative assessment of the effect of metatarsal pads on plantar pressures, *Foot and Ankle* 11: 141–145.
- Huber, H.; Dutoit, M. 2004. Dynamic foot-pressure measurement in the assessment of operatively treated clubfeet, *Journal of Bone and Joint Surgery (American)* 86-A: 1203–1210.
- Kouchi, M.; Mochimaru, M. 2001. Development of a low cost foot-scanner for a custom shoe making system, in *5th ISB Footwear Biomechanics*. Zurich, 58–59.
- Lavery, L. A.; Armstrong, D. G.; Wunderlich, R. P.; Tredwell, J.; Boulton, A. J. 2003. Predictive value of foot pressure assessment as part of a population-based diabetes disease management program, *Diabetes Care* 26: 1069–1073. doi:10.2337/diacare.26.4.1069
- Liu, X. C.; Thometz, J. G.; Tassone, C.; Barker, B.; Lyon, R. 2005. Dynamic plantar pressure measurement for the normal subject: free-mapping model for the analysis of pediatric foot deformities, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 25: 103–106. doi:10.1097/00004694-200501000-00023
- Metaxiotis, D.; Accles, W.; Pappas, A.; Doederlein, L. 2000. Dynamic pedobarography (DPB) in operative management of cavovarus foot deformity, *Foot and Ankle Int.* 21(11): 935–947.
- Minns, R. J.; Craxford, A. D. 1984. Pressure under the forefoot in rheumatoid arthritis. A comparison of static and dynamic methods of assessment, *Clinical Orthopaedics and Related Research* Jul-Aug. 187: 235–242.
- Muckus, K. 2006. *Biomechanikos pagrindai*. Kaunas: Lietuvos kūno kultūros akademija. 303 p.
- Nguyen, T. V.; Center, J. R.; Sambrook, P. N.; Eisman, J. A. 2001. Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study, *American Journal of Epidemiology* 153(6): 587–595. doi:10.1093/aje/153.6.587
- Singh, N.; Armstrong, D. G.; Lipsky, B. A. 2005. Preventing foot ulcers in patients with diabetes, *JAMA* 293: 217–228.
- Thometz, J. G.; Liu, X. C.; Tassone, J. C.; Klein, S. 2005. Correlation of foot radiographs with foot function as analyzed by plantar pressure distribution, *Journal of Pediatric Orthopaedics* 25: 249–252.

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ORTHOPAEDIC INSERTS ON PRESSURE DISTRIBUTION IN THE FOOT

I. Rutulyš, A. Šešok

Abstract

The article examines the influence of individual orthopaedic inserts on pressure distribution in the foot. Feet deformations, types of orthopaedic inserts, materials and pressure in the foot testing methods are discussed. Experimental computer measurements of pressure in the foot before and after the use of inserts have been done. During research, the inserts made of different kinds of materials selected according to human weight, pathology, skin sensitivity and many other reasons has been used. It has been determined that orthopaedic inserts have a more noticeable impact on children whose feet is adjusted easier if compared with those of adults.

Keywords: orthopaedic insoles, pressure distribution in foot, computer foot analysis.