Zhodnocení vlivu rehabilitace dětské ploché nohy pomocí 3D profilometrické skenovací metody

The Evaluation of Rehabilitation of Flatfoot diagnosis in Childhood using 3D Profilometric Scanning Method

Lucie Kinclová[1,2], Ondřej Kaller[3], Pavel Korvas[1]

[1] *Fakulta sportovních studií MU, Brno*
[2] *Soukromá klinika LOGO, Brno*
[3] *Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT, Brno*

Abstrakt
Plochá noha v dětském věku patří k nejčastějším diagnózám v ambulancích ortopedie nebo fyzioterapie. Cílem tohoto článku je posoudit vliv rehabilitační intervence u diagnózy dětská plochá noha pomocí nové 3D profilometrické skenovací metody. Výzkumný soubor tvořilo 8 dětí s diagnostikovanou plochou nohou (3 dívky a 5 chlapců) průměrný věk 6,6 ± 1,5 let. Každá noha byla skenována ve dvou pozicích: vsedě a v stoji na jedné noze. Měřené parametry byly výška klenby bez a v zatížení a longitudinal arch angle. Měření bylo provedeno před a po rehabilitační intervenci. Po intervenci došlo u všech sledovaných proměnných k statisticky významným změnám ve smyslu zvýšení nožní klenby (p <,05). Tato studie jako první popisuje možnost jak diagnostiky, tak i zhodnocení efektu terapie dětské ploché nohy pomocí 3D skenovací metody.

Abstract
Flatfoot diagnosis in childhood belongs to the most frequent diagnosis in the orthopedic and physiotherapist clinics. The aim of this research is to evaluate the influence of rehabilitation on the flatfoot diagnosis in childhood using a new 3D profilometry scanning method. The research group consisted of 8 participants with the flat foot diagnosis (3 girls and 5 bois), aged 6.6 ± 1.5 years. Each leg was scanned in sitting position and standing on one leg. There were measured parameters: the arch height without loading and in loading and longitudinal arch angle. This measurement was performed before and after rehabilitation intervention. Statistical analysis of data showed statistically significant changes after the intervention (p < .05). This is the first study, which describes the possibility of using 3D scanning method for diagnosis and for evaluation of therapy effect in flatfoot diagnosis in childhood.

Klíčová slova: *nožní klenba, 3D skenovací metoda, plochá noha, děti.*

Key words: *foot arch, 3D scanning method, flatfoot, children.*

ÚVOD

Plochá noha je poměrně častou deformitou nohy v dětském věku, která se projevuje potížemi zejména ve statickém zatížení. Prevalence flexibilní ploché nohy v předškolním věku je 21–57 %. I když prevalence klesá s věkem, může plochá noha vést k dalším muskuloskeletálním potížím, nebo se stát zdrojem bolesti (El et al., 2006; Lin, Lai, Kuan, & Chou, 2001; Pfeiffer, Kotz, Ledl, Hauser, & Sluga, 2006).

Termín plochá noha obecně označuje snížení vnitřní podélní klenby. Rozlišujeme dva typy ploché nohy: flexibilní a rigidní. Flexibilní plochá noha se vyznačuje poklesem podélné klenby v zatížení (stoj, chůze). U rigidní ploché nohy je pokles vnitřní klenby, jak v zatížení, tak i bez zatížení (sed).

Pro hodnocení nožní klenby se používají zejména podometrické a plantografické metody. Sofistikovanější měření může poskytnout dynamická plantografie. Tyto metody nám ale poskytnou pouze otisk chodidla ve 2D prostoru. Pojem plochá noha však značí 3D deformitu, která zahrnuje i pronaci zánoží, abdukci středonoží a supinaci předonoží. Metody, které hodnotí nožní klenby z pohledu 2D nemohou tedy podat komplexní informace o nožní klenbě. Ačkoliv již existuje pár studií zabývající se 3D laserovým skenováním chodidla, hodnotí zde autoři pouze 2D parametry, například rozměry nohy, nebo varózní úhel předonoží (Meneses, Gharbi, & Cornu, 2002; Witana, Xiong, Zhao, & Goonetilleke, 2006), a jen pár studií se zabývalo popisem klenby z 3D pohledu (Chang, et al., 2012).

Metoda popsaná v našem článku je založena na 3D profilometrickém skenování. Cílem této studie je stanovit vhodné parametry pro popis nožní klenby z 3D perspektivy. Dále pak pomocí této metody zhodnotit efekt rehabilitace u dětí.

METODIKA

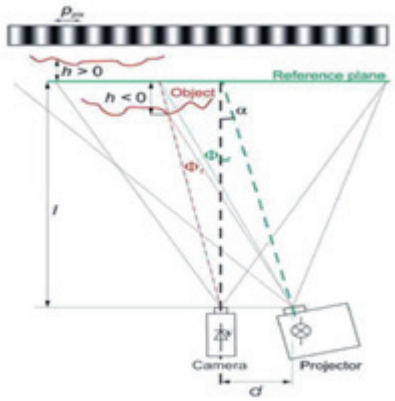
Účastníci

Výzkumný soubor tvořilo 8 dětí (3 dívky a 5 chlapců) průměrný věk 6,6 ± 1,5 let, s flexibiní plochou nohou oboustranně a bez bolesti nohou. Diagnostika proběhla na základě hodnocení plantogramu pomocí viziální analogové škály a metody Chippaux – Šmiřák.

Flexibilita nožní klenby byla zjištěna pomocí testu stoje na špičkách a Jack's toe-raising testu noha.

Zařízení

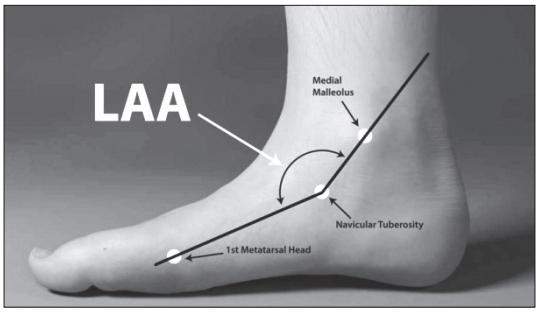
Naše 3D profilometrické skenovací pracoviště se skládá z Full HD DLP projektoru, digitálního fotoaparátu CANON EOS 700D s objektivem Canon EF 50mm F1.8 II a osobního počítače. (obrázek 1).



Obrázek 1: Rozložení měřicího pracoviště

Postup měření

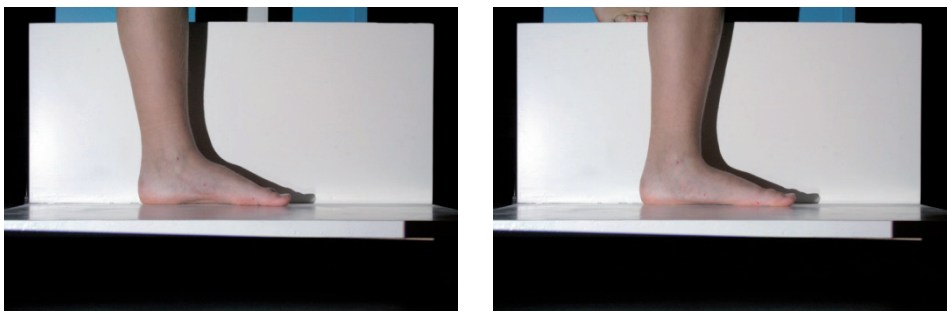
Každému probandovi byly vsedě v neutrálním postavení hlezenního kloubu napalpovány a následně označeny na noze tři palpační body: 1. metatarzophalangeální kloub, os naviculare a malleolus medialis. Tyto body byly vybrány pro svoji spojitost s nožní klenbou a pro meření následujících údajů: výška nožní klenby (reprezentována výškou os naviculare) a longitudinal arch angle (Nilsson et al., 2012), viz obrázek 2.



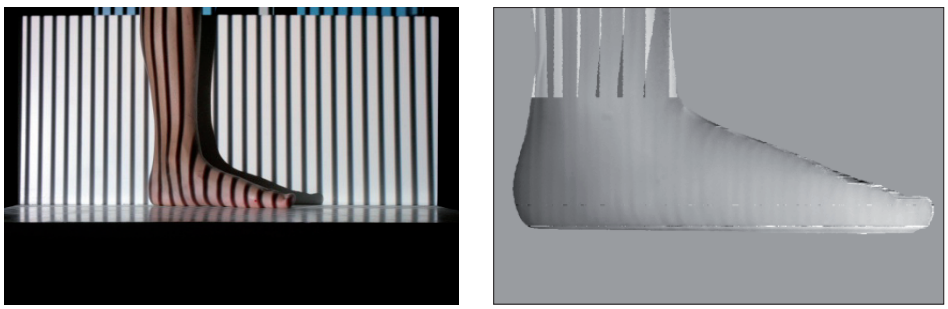
Obrázek 2: Longitudinal arch angle – LAA

Každá noha byla měřena nejdříve bez zatížení, kdy proband seděl. Testovaná noha byla položena chodidlem na stupínek, v kolením a kyčelním kloubu bylo 90 stupňů flexe. Poté byla nohy měřena v zatížení, kdy proband stál na jedné noze, druhá netestovaná dolní končetina byla pokrčena v koleni a zvednuta. Proband se kvůli stabilitě držel postranního madla (obrázek 3 a 4). Na nohu byly při jednom měření promítány sady šesti periodických měřicích vzorů při dvou prostorových vlnových délkách a zachycovány fotoaparátem (obrázek 5). Skenování jednou sadou trvalo přibližně 30 sekund.

Na zpracování byl použit software Matlab. Snímky se rozdělily a kontinuální povrch kůže tak byl mapován v prostoru. Potom byla z těchto informací vytvořena hloubková mapa (obrázek 6). Pro vytvoření modelu 3D snímané klenby byl také použit software Matlab. Bližší informace ke zpracování dat jsou podrobně popsány v článku Kallera, Kratochvíla, Vorlíčkové a Bolečka (2013).



Obrázek 3 a 4: Nožní klenba bez zatížení a v zatížení – vstupní barevný obrázek



Obrázek 5 a 6: Sada periodických vzorů a finální hloubková mapa nohy

Rehabilitační intervence probíhala dvakrát týdně 45 minut, celkový počet terapií byl 10. Rehabilitační intervence byla tedy pět týdnů. Cvičení zahrnovalo nácvik tříbodové opory nohy s centrovaným postavením hlezenního kloubu vsedě, ve stoji a ve stoji na jedné noze. Dále se cvičilo v centrovaném postavení celé dolní končetiny podle Propriofoot konceptu. Tento koncept zahrnuje cviky na speciálních balančních podložkách, jejichž kombinace umožňuje provedení 17 cviků (obrázek 7).

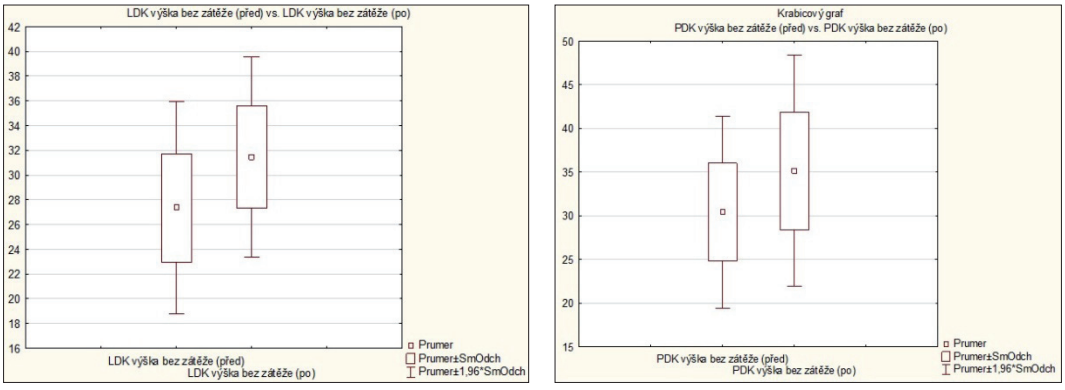
Obrázek 7: Cvičení podle Propriofoot konceptu

Analýza dat

Statistická analýza dat byla provedena v programu Statistika. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < ,05$. Všechna data pocházela z normálního rozložení (testováno Kolmogorov-Smirnov testem). Pro porovnání dat před a po rehabilitaci byl použit párový t-test.

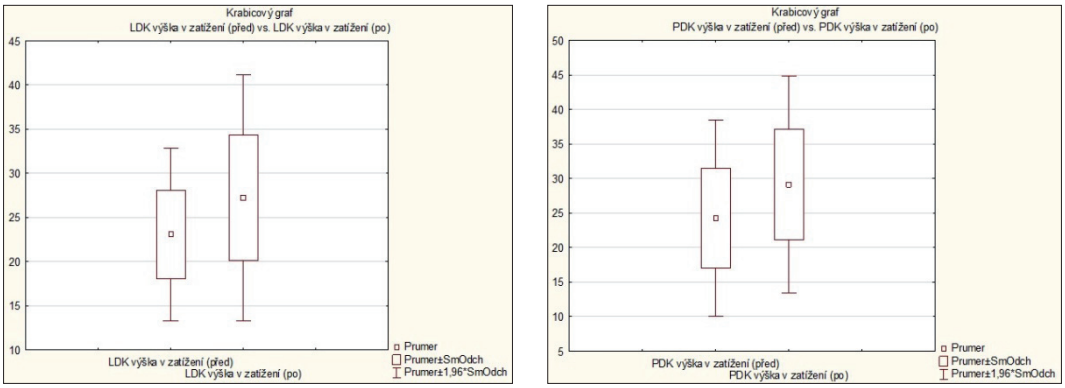
VÝSLEDKY

Byla hodnocena výška nožní klenby (výška os naviculare) na levé a pravé noze bez zatížení před a po rehabilitaci. Po intervenci došlo k signifikantnímu zvýšení nožní klenby na obou nohou (obrázek 8).



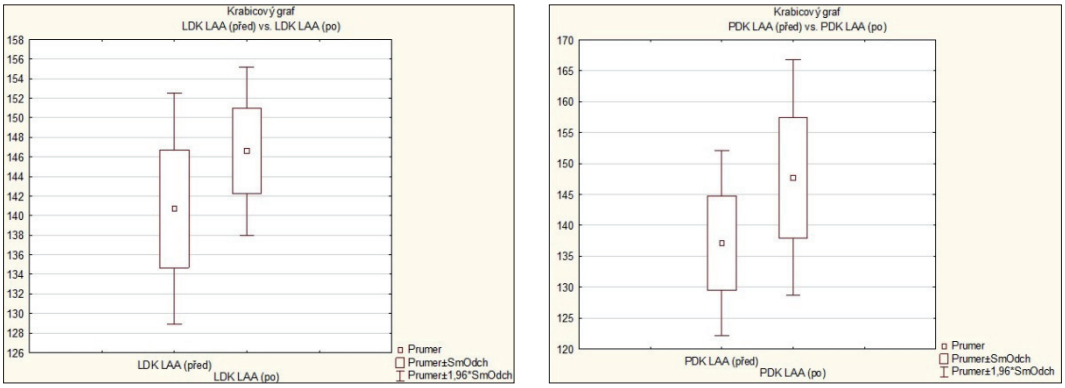
Obrázek 8: Výška os naviculare bez zatížení na levé a pravé noze před a po intervenci

Ve výšce nožní klenby v zatížení došlo po intervenci k signifikantnímu zvýšení nožní klenby na obou nohou (obrázek 9).



Obrázek 9: Výška os naviculare v zatížení na levé a pravé noze před a po intervenci

Při hodnocení longitudinal arch angle na levé a pravé noze došlo k statisticky významnému rozdílu po rehabilitaci ve smyslu zvýšení nožní klenby (zvětšení LAA) viz obrázek 10.



Obrázek 10: Longitudinal arch angle na levé a pravé noze před a po intervenci

U všech sledovaných proměnných vyšel t-test signifikantně ($p < ,05$). U sledované skupiny došlo tedy po intervenci k signifikantnímu zvýšení nožní klenby.

DISKUSE

Prevalence dětské ploché nohy je vysoká, přesto se autoři v názoru na rehabilitaci neshodují (Evans, 2008). Například Adamec (2005) popisuje ve svém článku, že rehabilitace nemá žádný efekt. Oproti tomu Dobeš, Kolář a Dyrhonová (2009) doporučují aktivní terapii u dětské ploché nohy. To podporuje ve svém článku i Rose (2007). Bohužel nejsou k dispozici studie zaměřené na zhodnocení efektu rehabilitační léčby u plochonoží. Můžeme srovnávat pouze s naším předchozím výzkumem, kdy jsme efekt rehabilitace dětské ploché nohy hodnotili pomocí dynamické plantografie (Vorlíčková & Korvas, 2014).

Tato studie zkoumala vliv rehabilitační intervence – cvičení dle Propriofoot konceptu – pomocí nové 3D profilomerické skenovací metody. Byla zde měřena výška nožní klenby v zatížení a bez zatížení a longitudinal arch angle. U výzkumné skupiny (8 dětí s diagnostikovanou plochou nohou) došlo po intervenci k signifikantnímu zvýšení nožní klenby.

Jediná studie zabývající se popisem nožní klenby z 3D pohledu je studie Changa a kolektivu (2012). V této studii měřili objem nožní klenby u 44 dětí (od dvou do šesti let) pomocí 3D skeneru, stejně jako v naší studii, v sedu a ve stoji na jedné noze. Body označené na noze byly také stejné. Autoři zde popisovali metodu pro hodnocení objemu nožní klenby, ale jedná se zde pouze o hypotetický prostor vymezený průsečíkem tří rovin, který sice s klenbou souvisí, ale nelze ho označit za objem klenby.

Naším cílem je do budoucna z dat, která jsme naměřili, vypočítat i objem klenby. V současnosti jsme schopni tento objem určit pouze v bezrozměrných jednotkách (Voxelech) a vyjádřit změnu objemu nožní klenby v procentech. Tato technologie pak může odhalit informace o nožní klenbě ve všech rovinách, a tak zkvalitnit diagnostiku deformit nožní klenby.

ZÁVĚRY

Jednou z možností rehabilitace pro aktivaci svalů nožní klenby je i Propriofoot koncept. Tato studie naznačuje pozitivní efekt cvičení u dětské ploché nohy, který byl hodnocen pomocí nové 3D profilometrické skenovací metody. Metoda 3D skenování nožní klenby poskytuje přesná data týkající se velikosti nožní klenby a může být vhodným doplňkem tradičních 2D metod, jak v diagnostice, tak pro posouzení intervenční léčby. Pro přesnější výsledky je ale potřeba výzkumný soubor rozšířit.

Literatura

Adamec, O. (2005).Pochá noha v dětském věku – diagnostika a terapie. *Pediatrie pro praxi, 4*, 194–196.

Cappello, T. S. K. (1998). Determining treatment of flatfeet in children. *Current Opinion in Pediatrics, 10,* 77–81.

El, O., Akcali, O., Kosay, C., Kaner, B., Arslan, Y., & Sagol, E. (2006). Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study. *Rheumatology International, 26,* 1050–1053.

Evans., A. (2008). The Flat-footed Child – To Treat or Not to Treat. What Is the Clinician to Do? *Journal of the American Podiatric Medical Association, 5*, 386–393.

Pfeiffer, M., Kotz, R., Ledl, T., Hauser, G., & Sluga, M. (2006). Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics, 118,* 634–639.

Chan, H. W., Lin, C. J., Kuo L. C., Tsai, M. J., Chieh, H. F., & Su, F. C. (2012). Three-dimensional measurement of foot arch in preschool children. *BioMedical Engineering OnLine, 11*: 76.

Kaller, O.; Kratochvíl, T.; Vorlíčková, L.; Boleček, L. (2013). *3D Scanning Method for Foot Medial Arch Description.* In Microwave and Radio Electronics Week MAREW 2013. Pardubice. s. 245–248. ISBN 978-1-4673-5517- 9.

Kolář, P., Lewit, K., & Dyrhonová, O. (2009) Základy klinického vyšetření. In Kolář, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi.* Praha: Galén.

Lin, C. J., Lai, K. A., Kuan, T. S., Chou, Y. L. (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *Journal of Pediatric Orthopaedics, 21,* 378–382.

Meneses, J., Gharbi, T., & Cornu, J.Y. (2002). Three-dimensional optical high-resolution profiler with a large observation field: foot arch behavior under low static charge studies. *Applied Optics, 41,* 5267–5274.

Nilsson, M. K., Friis, R., Michaelsen, M. S, Jakobsen, P. A., & Nielsen, R. O. (2012). Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *Journal of Foot and Ankle Research,* 5, 2–9.

Rose, Ch. (2007). Flat feet in Children: When should they be treated? *The Internet Journal of Orthopedic Surgery, 6 (1).*

Vorlíčková, L.; & Korvas, P. Evaluation of rehabilitation influence on flat foot in children by plantar pressure analysis. *Journal of Human Sport and Exercise*, Alicante (Spain): University of Alicante. Faculty of Education, 2014, Volume 9, No. 1, s. 114–119. ISSN 1988-5202. doi: 10.4100/jhse.

Witana, C. P., Xiong, S., Zhao, J., & Goonetilleke, R. S. (2006). Foot measurements from three-dimensional scans: a comparison and evaluation of different methods. *International Jurnal of Industrial Ergonomics, 36,* 789–807.