Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Katedra antropologie a genetiky člověka

Obor: Antropologie

Bakalářská práce

Plantogram jako multidisciplinární zdroj informací

Michaela Mináriková

Praha 2010

Školitel:

RNDr. Blanka Vacková CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma "Plantogram jako interdisciplinární zdroj informací" vypracovala sama s použitím odborné literatury a pramenů uvedenách v seznamu použité literatury.

Datum : …….. podpis: ……..

Michaela Mináriková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji zejména paní RNDr. Blnce Vackové za její cenné připomínky, rady a zejména velkou trpělivost při vypracovávání bakalářské práce.

OBSAH

ABSTRAKT 6

1 ÚVOD 7

1.1 PLANTOGRAM 7

1.2 VÝVOJ NOHY 8

1.3 ANATOMIE NOHY 9

1.3.1 AUTOPODIUM 9

2. PLANTOGRAM JAKO DŮKAZ BIPEDIE HOMINIDŮ 11

2.1 NÁLEZ STOP V LAETOLI 13

2.2 KOMU PATŘILY STOPY V LAETOLI 15

2.3. PROČ BYLY STOPY ZACHOVÁNY DODNES 15

3.0 PLANTOGRAM JAKO KRIMINALISTICKÁ STOPA 17

3.1 KRIMINALISTICKÁ TRASOLOGIE 17

3.2. IDENTIFIKACE OSOBY DLE PLANTOGRAMU 18

3.2.1 JE PLANTOGRAM INDIVIDUÁLNÍ STOPOU? 18

3.2.2 DALŠÍ MOŽNOSTI IDENTIFIKAČNÍHO ZKOUMÁNÍ PLANTOGRAMU 20

3.3 ODHAD TĚLESNÉ HMOTNOSTI JEDINCE Z PLANTOGRAMU 22

4.0 PLOCHÁ NOHA 25

4.1 PŘÍČINY KTERÉ MOHOU VÉST K PES PLANUS (17) (18) 26

4.1.1 FLEXIBILNÍ PLOCHÁ NOHA U DĚTÍ (PES PLANOVALGUS) 26

4.1.2 STRMÝ TALUS (PES PLANOVAGUS CONGENITUS) 27

4.1.3 NEUROGENNĚ PODMÍNĚNÁ PLOCHÁ NOHA 27

4.1.4 PRONEÁLNÍ SPASTICKÁ PLOCHÁ NOHA 27

4.2 METODY HODNOCENÍ PLOCHOSTI NOHY DLE PLANTOGRAMU 27

4.2.1 METODA CHIPPAUX –ŠIMŘÁK 27

4.2.2 METODA DLE MAYERA 28

4.2.3 METODA DUNGLOVA 29

4.2.4 HODNOCENÍ PLOCHÉ NOHY POMOCÍ CLARKOVA ÚHLU 30

4.2.5 DALŠÍ METODY HODNOCENÍ STUPNĚ PLCHOSTI CHODIDLA 31

4.3 PLANTOGRAM JAKO JEDNODUCHÁ A PŘESTO DŮLEŽITÁ POMŮCKA V DIAGNOSTICE 31

4.4 PREVENCE PLOCHÉ NOHY U DĚTÍ 32

5.0 ZÁVĚR 33

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY: 34

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ: 36

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK: 37

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o významu plantogramu –otisku bosé nohy v různých antropologických odvětvích. V oblasti bioarcheologie se zabývá problematikou počátku bipedie hominidů a jejími důkazy v podobě zakonzervovaných stop v sopečném popelu, které jsou staré 3,5 milionu let. Pro kriminalistiku ukazuje na plantogram jako objekt vhodný k identifikačnímu zkoumání, který není tak běžný a proto se snaží upozornit na případné další možnosti, jak jej využít ve forenzních vědách. Medicínský podogram slouží jako jednoduchý, nenáročný a levný nástroj k diagnostice patologií pohybového aparátu, z nichž k nejběžnějším patří plochá noha –pes planus.

Klíčová slova:

Plantogram, otisk bosé nohy, bipedie, identifikace, plochá noha

ABSTRACT

This text treats about an importance of a footprint in several anthropological sections. It is engaged in issue of the beginning of bipedy of hominids and the confirmation of bipedy by footprints preserved in a voclanic ash in the section of bioarcheology. In the criminalistics it shows fotprint like an object proper to identification exploration, which is not so ordinary and that's why it tries to advise of an other ways to use it in forensics sciences. Medical footprit serves like the simple, undiscerning and cheap implement to patology of kinetic system diagnostic, where the most common patology is flat foot –pes planus.

Key words:

Footprint, bipedy, identification, flat foot, identification

1 Úvod

1.1 Plantogram

Dle slovníkové definice lze jednoduše napsat, že plantogramem se rozumí otisk bosého chodidla (1). Synonymem pro tento výraz je také termín podogram, který se ovšem více využívá v lékařských vědách, zatím co zkoumáním plantogramu se zabývají vědy kriminalistické.

Jak plantogram tak podogram lze vytvořit jednoduše stejnou metodou jako se dělají otisky prstů, tedy daktyloskopie. Chodidlo se natře tiskařskou černí a zkoumaný jedinec se postaví na podložku, na kterou je otisk nohy za pomocí váhy vlastního těla zkoumané osoby přenesen. Je důležité, aby byla váha rovnoměrně rozložena na celou plochu chodidla. V takto zhotoveném plantogramu lze vyčíst nejen tvar chodidla, specifické zatížení, ze kterého lze dále usuzovat na nejrůznější onemocnění a vady držení těla, ale je-li otisk dobře proveden, jsou na něm znatelné i papilární linie, díky kterým je možno podobně, jako u daktiloskopického zkoumání -na základě jejich jedinečnosti, identifikovat například osobu podezřelou z trestného činu.

Jiná metoda, využívaná k zhotovení plantogramu spočívá v podstatě na principu uhlového papíru, lidově nazývaném “kopírák”. Zkoumaný jedinec se postaví na desku, která je ze spodní strany potřena opět tiskařskou černí a touto stranou je obrácena k podložce, na kterou chceme plantogram vytvořit. Otisk se zhotoví díky rozložení váhy na ploše chodidla –tam kde působí největší tíha, je otisk nejvýraznější, kde nejmenší, tam je otisk sotva znatelný. Efekt je stený jako u výše zmíněného uhlového papíru –kde tlačí psací potřeba, vidíme na papíře, jasnou stopu, kde je například opřená pouze ruka, je vidět hůře znatelný stín. Výhoda této metody je na snadě –barvivo není naneseno přímo na chodidlo, tudíž nedojde k ušpinění, ale to také ubírá možnost pozorovat papilární linie. Nicméně pro lékařské vyšetření je tato metoda naprosto dostačující.

Pro lékařské účely dále existují nejrůznější digitální zařízení, která snímají rozložení váhy chodidla a přímo vyhondnocují a zaznamenávají výsledek do počítače. Tato zařízení slouží zejména v ortopedii a jsou schopna snímat podogramy i dynamicky, tedy v chůzi pozorovaného jedince, což přináší výhodu jak v diagnostice potíží, tak i v následné léčbě samotného problému. Díky těmto přístrojům tak lze například vytvořit ortopedické vložky na míru pacientovi i patologii jeho chodidla.

1.2 Vývoj nohy

Protože plantogram můžeme považovat za jakýsi obraz nohy, je velmi důležité uvědomit si, jak a proč lidská noha vlastně vznikla.

Dolní končetina se podobně jako horní vyvinula z tzv. ploutevního lemu. Ten u prvních ryb lemoval celé tělo a jeho redukcí vznikly základy pro obě končetiny -ploutve. Další přestavba na končetiny tetrapod je patrná z paleontologických nálezů. Velmi názorně je ukázána na například ploutví lalokoploutvých ryb. Základ jejich končetin je sice chrupavčitý, ale v mnohém mají s končetinami suchozemských živočichů podobné znaky a zejména mají stejný embrionální původ. Od tetrapod k bipedii vede cesta, jejíž vyvrcholení dokumentují nálezy z Laetoli. Tehdejší primáti zaujali k vývoji dolní končetiny poněkud odlišný postoj než jejich příbuzní a místo divergujícího chápavého palce získali palec, který je nezbytný k chůzi po dvou nohách. Tvoří totiž třetí a velmi mohutný opěrný bod chodidla, díky kterému můžou dnešní lidé udržet rovnováhu bez opory předních končetin.

V ontogenezi vzniká končetina ve 3. týdnu vývoje jako končetinový pupen, ze kterého se postupným růstem a diferenciací vyvíjí končetina. Pupen, na kterém je možno vysledovat primitivní znaky ploutví lalokoploutvých ryb, vzniká zhuštěním mesenchymu, který se současně s vývojem končetiny mění v chrupavčitý základ jejího skeletu. Svou podobu získává končetina tvarovou diferenciací a členěním na jednotlivé segmenty. K prodlužování končetiny dochází interakcí ektodermu, který má své místo na vrcholku pupenu končetiny a mesodermu, uloženého pod ním. Na definitivním tvaru končetiny se ovšem nepodílí pouze růst, ale je tvarována také odbouráváním přebytečné tkáně, apoptózou, jako je tomu například v případu materiálu mezi prsty.

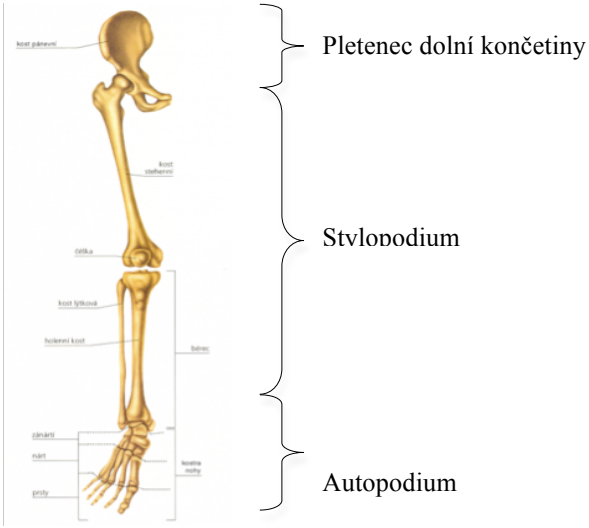
Dolní končetina lidí se do dnešní podoby nohy tak jak ji známe vyvinula díky potřebě předků lidí překonávat větší vzdálenosti v místech, kde se nevyskytovaly stromy vhodné ke šlphání. Postupným vývojem se tak z orgánu určeného ke šplhání a uchopování předmětů –chápavý palec, vyvinul orgán sloužící k udržování vzpřímené polohy a lokomoci v této poloze. To bylo umožněno díky palci, který již nesloužil k uchopování předmětů, ale přimkl se k ostatním prstům tak, aby zajišťoval statickou a dynamickou oporu chodidla lidí a velkých primátů, kteří se díky němu mohou pohybovat bipedně –tedy chodit a stát. Chodidlo člověka prošlo dalším vývojem na jehož konci stojí přirozené klenutí utvářené dvěma klenbami –příčnou a podélnou. Ty jsou tvořeny kostrou chodidla, svalstvem nohy a četnými mohutnými vazy a šlachami (např. aponeurosa).

Dolní končetina zabezpečuje velmi složité úkony jako jsou chůze, běh a skoky. Proto se člověk, narozdíl od jiných tetrapodních savců, jejímu užívání musí poměrně dlouhou dobu učit. Jedná se o motoricky a koordinačně velmi náročné úkony, ale postupně se pro člověka stávají přirozenými a automatickými. Nutno připomenout, že se na řízení chůze podílí svalstvo celého těla, kostra, smysly a mozek. Podněty ze všech receptorů jsou registrovány a vyhodnocovány centrální nervovou soustavou a na jejich základě je řízena samotná chůze.

1.3 Anatomie nohy

Anatomie nohy se ve značné míře odraží ve stavbě celé dolní končetiny (Obr. 1), kterou tvoří:

- pletenec dolní končetiny –os coxae
- stylopodium –femur, tibia a fibula
- autopodium, které tvoří ossa pedis.



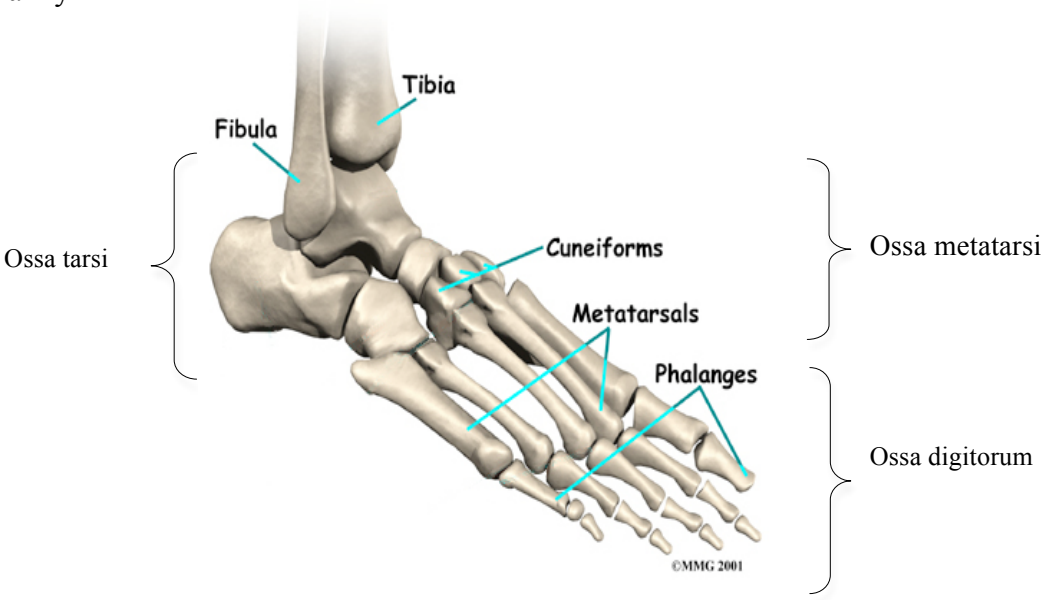
Obr. 1. Kostra dolní končetiny a pletence (2)

1.3.1 Autopodium

Autopodium odpovídá samotné noze, jejíž stavba je dokladem nejvyšší složitosti organismu jako je člověk. Skládá se z 26 kostí a kůstek (na obě nohy připadá asi ¼ všech kostí těla), 33 kloubních spojení, 19 svalů a asi 112 vazů.

1.3.1.1 Ossa pedis (Obr. 2) se dále dělí na:

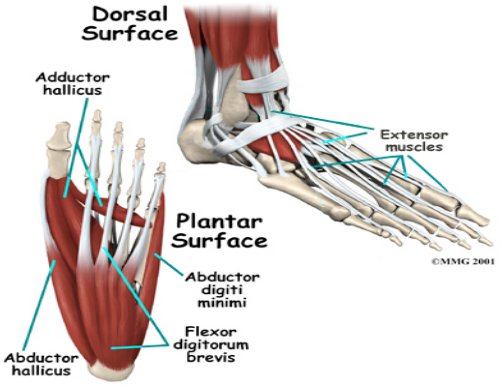
- ossa tarsi (kosti zánártní) –talus, calcaneus, os naviculare, ossa cuneiformia a os cuboideum
- ossa metatarsi (kosti nártní) -5 kostí, které tvoří nárt
- ossa digitorum (kosti prstů) –phalanges (články prstů), palec dva a ostatní prsty tři články



Obr. 2 Ossa pedis (3)

1.3.1.2 Svalstvo nohy (Obr. 3):

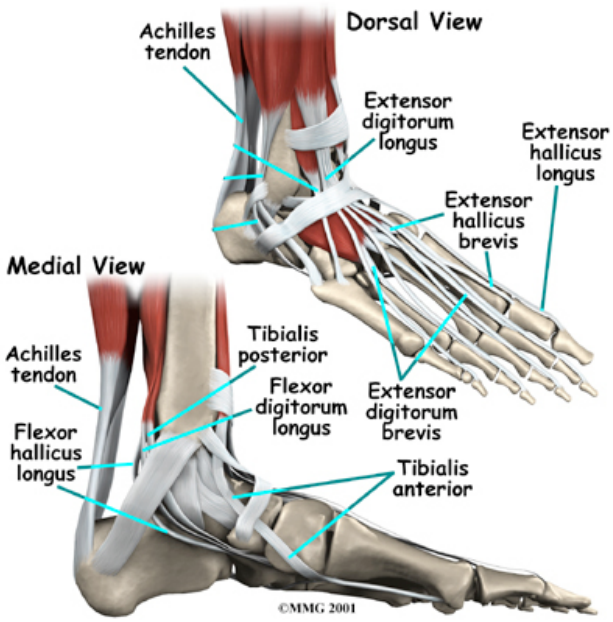
- svaly palce –abductor hallucis (1. vrstva svalstva), flexor hallucis brevis, abductor hallucis (3. vrstva svalstva)
- střední skupina svalů –flexor digitorum brevis, mm. lumbricales i., quadratus plantae
- svaly malíku –abductor digiti minimi, flexor digiti minimi brevis
- musculi interossei –mm. interossei plantares, mm. interossei dorsales



Obr. 3 Svalstvo nohy (4)

1.2.1.3 Vazy nohy (Obr. 4):

- vazy zadní nohy (intraartikulární)
- vazy střední nohy
- vazy přední nohy
- vazy klenby nožní –plantární calcaneonaviculární, lig. plantare longum, lig. deltoideum, plantární fascie



Obr. 4 Vazy nohy (4)

2. Plantogram jako důkaz bipedie hominidů

Pod pojmem plantogram se rozumí otisk bosé nohy. Nebude proto jistě překvapivé, když budou k plantogramu přiřazeny i otisky nohou prvních hominidů staré miliony let. Tyto otisky totiž podávájí svědectví o tom jak předci lidí sestoupili ze stromů a začali se věnovat chůzi po dou nohách –bipední lokomoci.

Bipedie se v přírodě nevyvinula poprvé u hominidů. V současnoti můžou být za bipední, kromě člověka, považováni ptáci, některé ještěrky a dále některé druhy hmyzu, jako jsou např. švábi rodu Periplantea, kteří ačkoliv mají nohou šest, při rychlém pohybu střídají běh po čtyřech a dvou končetinách. Bipední chůzi ovládají i živočichové, kteří by se běžně v přírodě takto nepohybovali, ale byli k ní vycvičeni nebo zvířata postrádající některou z končetin –nejedná se však o vrozené chování, nýbrž adaptaci. Někteří živočichové, ačkoliv se běžně pohybují kvadrupedně využívají bipedie ve chvílích, kdy přední končetiny používají k jiné činnosti (např. mývalové při manipulaci s kameny a klacky, bobři a medvědi, kteří využívají předních končetin k boji) a nebo využívají vzpřímené polohy k lepšímu přehledu o svém okolí, jako je tomu u surikat či veverek.

V neposlední řadě nutno zmínit, že bipedie se u primátů vyvinula jako odvozený způsob pohybu. Primáti mají totiž velmi široké možnosti lokomoce –ať se již jedná o šplh po stromech, chůze po čtyřech po zemi i ve větvích, skákání nebo bipedie. Většina primátů tuto mnohostrannost sdílí, ale v rámci jednotlivých druhů upřednostňují jeden z typů lokomoce. Lze tedy předpokládat, že hominidé šli cestou bipední chůze.

Nejstarší nálezy datují přechod hominidů k vzpřímené chuzi po dvou do doby před 3,6 miliony let, do které byly časově umístěny otisky nohou skupiny dvou až tří hominidů jdoucích po stezce v Laetoli nedaleko Olduvaiské rokle v Tanzánii. Jejich dochování lze bezesporu považovat za šťastnou shodu náhod, ve které svou roli sehrálo jak tehdejší počasí, tak i aktivita nedalekého vulkánu, jehož vyvržený popel se při smíchání s vodou choval podobně jako cement, který mohl zakonzervovat odlitky otisků nohou(5). Byl to právě déšť, ve kterém se Australopithecus afarensis (obr. 5.) vydal na cestu, který umožnil zachování stop do dnešních dob.



Obr. 5. Australopithecus afarensis (6)

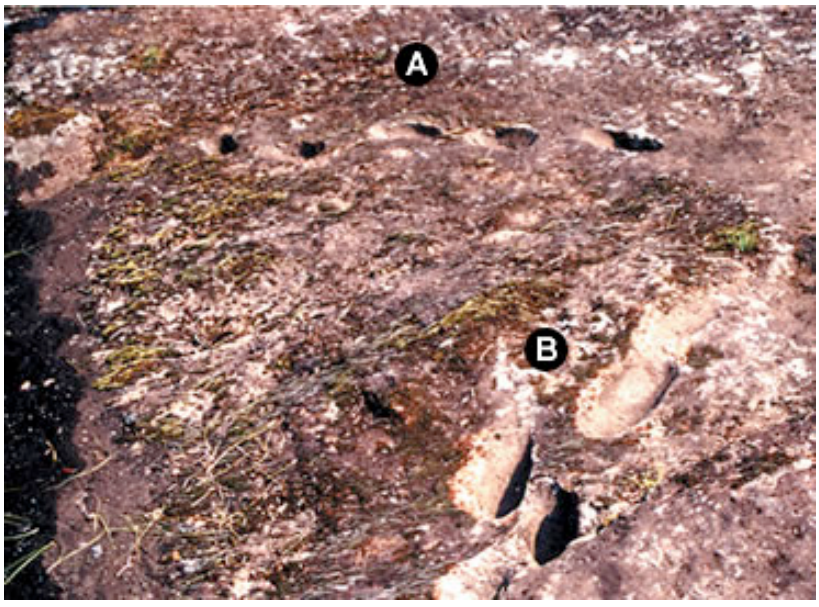
2.1 Nález stop v Laetoli

Britská fyzická antropoložka Mary Leakeyová se roku 1935 vydala za svým manželem, významným archeologoem jménem Louis Leakey, který již od roku 1931 bádal v Tanzánii, Olduvaji. První významný nález objevila Mary roku 1959, kdy našla téměř kompletní lebku hominida Australopithecus boisei starou 1,75 milionu let, zatímco doposud nejznámější kosterní nález hominida měl stáří datované před milionem let. Další významný nález se této antropoložce podařil roku 1978, kdy její tým objevil stopy hominida, které se v sopečném popelu zachovaly celých 3,5 milionu let. Říká se, že první stopu objevil paleontolog Andrew Hill, který se s ostaními bavil tím, že po sobě házeli hroudy suchého sloního trusu. Během hry se Hill uhýbal a zároveň hledal trus na opětování střelby. Když se sehnul ke dnu vyschlého potoka, všiml si, že místy je na povrchu vysušené hlíny vidět sopečný popel (5). Na jednom z míst byly v popelu podivné důlky, což vzbudilo Hillovu pozornost aby popel důkladněji prozkoumal. V dané chvíli byl přesvědčen, že se jedná o zvířecí stopy, což potvrdilo i následující bádání na tomto místě nálezem dalších stop. Bohužel do roku 1977 nebyl proveden žádný další výzkum, než syn Leakyových Phillip a jeho spolupracovník objevili dlouhou řadu stop, které připomínaly lidské otisky nohou. Ze stop bylo možno vyčíst, že prsty jsou přiměřeně velké k ploše chodidla, čímž se podobají lidským, byly vytvořeny od paty k prstům, což znamená, že

první se podložky dotkla pata a jako poslední jí opouštěly konečky prstů (7). Protože byla vzdálenost mezi jednotlivými stopami krátká, usuzuje se, že jedinci kteří je vytvořili měli krátké nohy, tudíž že délka nohou se postupně prodlužovala vývojem, s tím jak hominidé potřebovali kontrolovat větší plochu území(8).

O stopách se lidé dozvěděli o rok později, kdy nález Mary Leakey prezentovala v USA společně s hypotézou, že šlo o tři hominidy Australopithecus afarensis. Tato zpráva však měla i své odpůrce, kteří závěry Leakeyové zpochybňovali. Po dlouhém zkoumání docházelo k četným dohadům o původu stop. Někteří tvrdili, že se jedná o stopy vyhynulého paviána, jiní, že stopy vytvořil turovitý pták. Nakonec došlo k tomu, že Mary Leakey ztratila veškerý zájem pokračovat ve výzkumu. Její tým, ji nakonec přesvědčil k dalšímu bádání, které přineslo ovoce. Archeologové našli další stopy (obr. 6., 7.) , dle kterých Leakeyová určila, že se jednalo o dva dospělé jedince, pravděpodobně samce a samici, a nedospělého jedince.

Nakonec bylo objeveno více než padesát stop na stezce dlouhé 77 stop, které tvoří závažný důkaz bipedie tehdejších hominidů.



Obr. 6. Stopy v sopečném popelu v Laetoli (9)



Obr. 7. Stopy v sopečném popelu v Laetoli (9)

2.2 Komu patřily stopy v Laetoli

Otisky nalezené v Tanzánii, patřili nejrůznějším tehdejším zvířatům, ale pro lidstvo nejvýznamnější je 27,5 metrů dlouhá stezka, na které se nacházejí stopy tří jedinců. 38 stop malého Australopitheka a 31 stop dvou dospělců. Skupiny stop označené jako G1, G2 a G3, patřily hominidům, keří zde měli svou stezku vedoucí kolem jezera, spolu s ostatními zvířaty. Pěšina G1 byla velmi individuální a krátká, s největší pravděpodobností vytvořena jedincem malého vzrůstu do 1,22 m. Jedinci, kteří vytvořili pěšinu G2 a G3 mohli být pravděpodobně většího vzrůstu s tím, že trasa G2 byla z velké části následována trasou G3 ve všech 31 otiscích (7). Existují hypotézy, které na základě stop dospělců usuzují, že menší z nich napadal na jednu nohu, protože nesl na boku nedospělého, nebo se mohlo jednat o samici v těhotenství (5). Hominidé byly zařazeny do druhu Australopithecus afarensis.

2.3. Proč byly stopy zachovány dodnes

Olduvai v Tanzánii je oblast s bohatou vulkanickou aktivitou. Tehdy před 3,5 miliony lety došlo k výbuchu místní sopky, díky čemuž byla okolní krajina pokryta jemným sopečným popílkem. Pravděpodobně se všechna zvířata včetně australopitheka dala na útěk před lávou, horkým popelem a jedovatými plyny. V jemném sopečném popelu se otiskly jejich stopy, navíc v dané chvíli začalo pršet. Déšť s popelem vytvořili hmotu podobnou cementu, která vyschla a v ní zůstaly otiskuté i stopy hominidů (5). Takto bylo, jen těžko zopakovatelnou shodou náhod, zakonzervováno svědectví o tom, že již před 3,5 milony let hominidé byli schopní bipední lokomoce. Stopy zůstaly ukryté pod vrstvou půdy až do

roku 1977, kdy je objevil tým vedený Mary Leakeyovou. Po prozkoumání ovšem byly stopy vráceny na své původní místo a ukryty pod zpět pod zem, aby byly uchráněny před zvětráváním způsobeným vnějšími vlivy.

3.0 Plantogram jako kriminalistická stopa

Otiskem nohy se zabývá i kriminalistika. Stopy jako takové zkoumá obor zvaný trasologie, individuální identifikací se potom zabývá daktyloskopie a to zejména v případě kvalitního plantogramu se zachovalými papilárními liniemi. Další možností individuální identifikace z otisku bosé nohy je zkoumání rozměrů, úhlů a rozložení útvarů na plosce nohy –touto metodou se zabývá Prof. PhDr. Jiří Straus, DrSc. z katedry kriminalistiky Policejní akademie ČR.

Pokud nám otisk neposkytuje žádné nebo jen velmi nepřesné informace, které lze použít k identifikaci individua, lze přistoupit alespoň k možnosti odhadu somatotypu jedince, zejména jeho váhy, případně jím doplnit individuální identifikaci . Tuto problematiku u nás opět řešil již zmíněný Prof. PhDr. Jiří Straus, DrSc (10).

3.1 Kriminalistická trasologie

„Trasologie je obor kriminalistické techniky, který se zabývá zajišťováním a zkoumáním stop nohou, obuvi, dopravních prostředků a stop dalších objektů podobného druhu.“ (10) Co se týče stop zanechaných samotným člověkem, lze mezi trasologické stopy zahrnout stopy zubů, ušního boltce, loktů, kolenou, rtů a dalších částí těla člověka. Největší význam však nesou otisky bosých nohou a tzv. stopy lidské lokomoce, kterou zkoumá kinantropologie (zákonitosti pohybu člověka).

V trasologické stopě bývá zaznamenána vnější struktura předmětu, kterým byla stopa zanechána. Podle míry zachovalosti lze potom předmět zařadit alespoň do druhu, či v lepším případě je možno provést individuální identifikaci. Dále také k identifikaci, či zjištění okolností trestného činu přispívají informace o vzniku trasologické stopy. Např. z rozložení váhy v zanechané stopě člověka lze usuzovat na způsob pohybu jako je napadání na jednu nohu, vadné držení těla či deformity chodidla, což může vést ke zúžení okruhu pachatelů. Popřípadě lze ze stopy zjistit, zda vznikla za deště nebo v těsném časovém horizontu a tak zjistit přibližnou dobu činu, nebo okolnosti události, za které otisk nohy vznikl.

3.2. Identifikace osoby dle plantogramu

Přestože nález plantongramu, který by byl vhodný k identifikaci, či objasnění trestného činu není tak častý jako je tomu například v případě otisků prstů, je nutné brát jej jako důkaz v úvahu a studovat možnosti, jak tuto metodu zdokonalit a zjednodušit pro běžné použití v praxi a zjednoznačnit tak, aby byla použitelná pro usvědčení pachatele před zákonem. „Frekvence výskytu kriminalistických stop nesmí ovlivňovat vědecké metody a zkoumání v kriminalistické trasologii.“ (10)

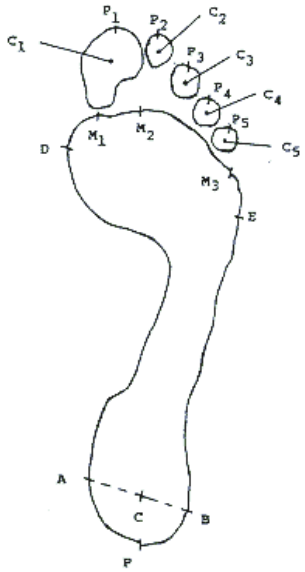
Za zmínku stojí, že již dříve byly popsány případy identifikace pachatele dle jeho plantogramů (11). Vlastní identifikace probíhala jednoduchým srovnáním nohy podezřelého s otiskem z místa činu nalezeným v materiálu, který dobře zaznamená tvar (bláto, sádra) chová se jako barva a pomocí nohy je jako razítkem přenesen na jiné místo a tak zaznamená její tvar (barva, krev, olej). Případně může být vytlačen ve stélce obuvi dlouhodobým nošením. Samotné porovnání bylo provedeno superprojekcí, tzn. porovnání negativů stopy z místa činu a plantogramu podezřelého vzájemným překrytím. V takovém případě není nutné porovnávat pouze obrysy otisku ale i místa, kde působí větší zatížení chodidla, kerá jsou také velmi specifická a zajišťují tak větší míru individuální identifikace. V těchto případech bylo však metody použito k eliminaci okruhu podezřelých, ze kterých se plantogramem se stopou z místa trestného činu shodoval pouze jeden.

3.2.1 Je plantogram individuální stopou?

Tuto hypotézu vyslovil R. B. Kennedy v práci Preliminary Study on the Uniqueness of Barefoot Impressions, (12) který se svým týmem uskutečnil pokus na rozsáhlém souboru 3000 osob. Od každé osoby byly použity plantogramy pravé i levé nohy, což čítá 6000 otisků nohy. To je takové již takové množství, že v případě, že by žádný plantogram nebyl ve shodě, lze tyto otisky nohou považovat za individuální stopu.

Plantogramy byly získány soupravou pro bezbarvé snímání tak, že jedinec prošel po dlouhém archu papíru a vytvořil pěšinku. Takto bylo zajištěno, že získané plantogramy budou odpvídat těm z terénu vzniklým přirozenou chůzí. Z každého plantogramu bylo získáno 19 rozměrů, tedy 38 údajů pro jednu osobu (± 0,1 mm) Pro kontrolu bylo bráno z každé pěšinky otisků více, nicméně nebyly prokázány významné rozdíly mezi jednotlivými plantogramy jedné nohy.

Další práce Kennedyho týmu spočívaly v přesném stanovení bodů (obr. 8.) a rozměrů na plantogramu tak, aby je bylo možné interpretovat a díky tomu přesně stanovit na každém otisku. Zde se vycházelo z podobného principu, jako využíval A. Bertilon v 19. Století pro identifikaci jedince pomocí 13 tělesných rozměrů. Vědci po diskusi s forenzními specialisty stanovili výše zmíněných 19 paramerů takových, aby s nimi bylo možno jednoduše pracovat, a aby byla eliminována individuální chyba měření.

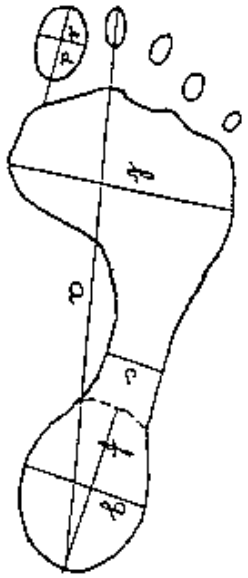


Obr. 8. Stanovené body na plnatogramu (10)

Body byly vybrány nejen po obrysu plantogramu, ale i body, které představují geometrické těžiště útvarů plantogramu. Takovým bodem je například bod C, definovaný jako geometrické těžiště plochy paty, k jeho určení byly použity jednoduché šablony se soustřednými kruhy, případně jej lze určit jako střed šířky paty, která je představována úsečkou AB. Kromě bodů na patě byly stanoveny body na metatarsální hranici M 1-3, určující též hrboly metatarsální hrnice, které budou zmíněny dále. Na prstech se určují opět geometrické středy ploch otisků prstů.

Z daných bodů se potom měřily rozměry (obr. 9.), ze kterých lze pro představu zmínit délku chodidla, šířku paty či šířku přední části otisku v tarsální oblasti. Naměřené parametry byly zaneseny o počítačové databáze pomocí softwarového programu navrženého pro práci s plantogramy. Program otisky vyhodnocoval porovnáním všech 19 rozměrů vloženého plantogramu s údaji o ostatních otiscích chodidel. Zvolené množství

měřených parametrů zajišťuje vysokou selekci, a tím i přesnost v individuální identifikaci. Což je doloženo i skutečností, že prozatím nebyly nalezeny dva plantogramy od různých lidí, které by se shodovaly ve vších 19 rozměrech.



Obr.9. Některé parametry měřené na plantogramu (10)

Výsledek Kennedyho exeperimentu tedy potvrdil, že je možné uvažovat o individuálnosti otisku bosé nohy každého jedince, a lze uvažovat jím navrženou metodu jako použitelnou v pro individuální identifikaci.

3.2.2 Další možnosti identifikačního zkoumání plantogramu

Studium platogramu a snaha o stanovení individuálních identifikačních znaků není nová, myšlenku individuálnosti stopy bosé nohy uvádí například H. Gross už ve svém prvním vydání "Hanbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik" –nyní jako Handbuch der Kriminalistik (11). Dokazuje to i bádání českých odborníků v kriminalistice, kteří ovšem vycházejí z určování poněkud odlišných parametrů na plantogramu. Vzhledem k plasticitě chodidla a závislosti na materiálu podložky a způsobu jakým byl otisk vytvořen, stojí vědci před velice komplikovaným problémem který řeší:

Jak byl otisk vytvořen? Tato otázka se víceméně zabývá způsobem lokomoce –přirozená chůze, běh, skok. Dále lze pod tímto otazníkem hledat i podmínky, za kterých byl otisk vytvořen. Určitě existují viditelné rozdíly ve sopě v blátě po dešti, během deště nebo dokonce, před deštěm.

Jaký byl materiál díky kterému otisk vznikl? Existují tři způsoby, kterými lze vytvořit otisk bosé nohy. Prvním poměrně lehce představitelýnm je odlitek tvaru chodidla v měkkém materiálu, který může postupem času vytvrdnout. Asi nejběžnějším takovým materiálem je bláto, ale také sádra, asfalt apod. . Druhým způsobem, který napadne každého diváka, díky soudobým kriminálním seriálům, je otisk přenesený jako razítkem namočeným v tratolišti krve na podložku. Takto vzniká plošný otisk nohy pachatele, který však nemůsí být vytvořen pouze krví, ale jakoukoliv barvou, olejem, či tekutinou, která po vyschnutí zanechává stopy. Sázkou na jistotu je otisk ve stélce obuvi. Je-li obuv nošena dlouhodobě vytvoří se ve stélce zřetelný otisk, který ovšem navíc, kromě vzhledu chodidla podává i mnohé další informace o pachateli a to zejména o jeho patologiích v držení těla a způsobu chůze. To vše lze zjistit především na základě dlouhodobého působení tlaku v určitých místech plantogramu, který by při správném držení těla, přirozené chůzi nebo jiné patologii chodidla nikdy nevznikl.

Určitě existuje i množství dalších otázek, před kterými odborníci na tuto problematiku stojí, nicméně lze předpokládat, že se jedná o parametry, které je možné v bádání zohlednit a dále s nimi pracovat. Slibné výsledky by mohlo poskytnout měření úhlů palce a stopy, nebo stupně plochosti chodidla, přičemž prvně zmíněné úhly by neměly vykazovat závislost na materiálu podložky ani způsobu lokomoce (13). Platí-li totiž věta o podobnosti trojůhelníků SUS (strana-úhel-strana), potom, je-li plocha, která tento trojúhelník tvoří, zatížena rovnoměrně, zvětší se strany ve stejném poměru a úhel se nemění. Zjišťování těchto parametrů tvoří směr zkoumání, kterým se vydali čeští odborníci na poli kriminalistiky. Ovšem tato metoda má ještě stále své nedostatky. Jedním z největších je nízký počet zkoumaných parmetrů. Jistě si lze lehce představit, že se najdou dvě různá chodidla, jejichž plantogram bude bude mít právě tyto tři parametry shodné. V porovnání s metodou, kterou postupoval tým Kennedyho, nelze než konstatovat, že se jedná o dobrou motivaci jak pokračovat dál v hledání dalších parametrů, ketré lze použít v praxi a tím zvýšit seklektivitu metody.

Na rozsáhlém zkoumání podogramů bylo dále zjišťěno, že na otisku v přední části chodidla lze pozorovat v oblasti prvního až pátého metatarzu výrazné zakřivení, které bylo označeno jako hrboly. Jejich počet kolísá u jednotlivých jedinců a je taktéž různý na otisku levé a pravé nohy. Nejčastěji se v běžné populaci vyskytují 1-3 hrboly, velmi vzácně potom žádný nebo pět hrbolů. Je zřejmé, že tohoto poznatku lze dále využít jako další

vodítko pro identifikaci osoby, jako doplnění měření úhlů ploch chodidla, nebo samostatně ke zúžení okruhu podezřelých. (10)

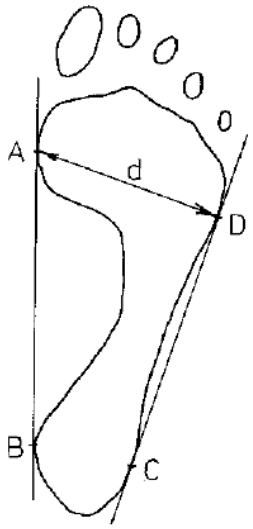
3.3 Odhad tělesné hmotnosti jedince z plantogramu

Je-li potřeba identifikovat jedince jehož parametry naměřené na plantogramu nebyly nalezeny v žádné databázi a nejsou-li žádní ukazatelé na podezřelé, tedy nelze nalezenou stopu porovnat s plantogramy skupiny podezřelých, pak je nutné zaměřit se na informace, které otisk může poskytnout k vytipování podezřelého, nebo zúžení jejich okruhu. Mezi takové informace jistě patří údaje o somatotipu jedince, který otisk vytvořil. Existuje-li skupina podezřelých, vyšetřujícímu značně zjednodušší práci, bude-li vědět, že stopu zanechal spíše gracilní nebo naopak robustní jedinec.

Pro zhodnocení stopy je ovšem nutné zjistit, jedná-li se o stopu plošnou, tedy pouhý otisk, nebo objemovou, které se říká vtisk. Toto je za potřebí brát v úvahu především kvůli plasticitě chodidla, které se lehce přizpůsobí podložce a v důsledku toho mění svůj tvar i rozměry.

Tělesná hmotnost je jednou z důležitých informací, které může otisk chodidla poskytnout, ovšem metoda, jak ji odhadnout stále zůstává spíše experimentální, než aby bylo možné ji využít v praxi. Sice již bylo provedeno několik pokusů, ale výsledky stále zůstávají více obecnými základy a motivujícím návodem, na konstrukci koncepce, která by byla spolehlivou a vhodnou pro využití v praxi. Za pozornost v tomto směru stojí korelace rozměrů nohy a hmotnosti dospělého člověka, podobně jako je tomu ve vztahu délka nohy –výška těla. (14)

Pro stanovení rozměrů chodidla, je nutné nejprve nalézt body, ze kterých je dále možno vycházet při měření. Pro tento případ byly vybrány body, které byly na plantogramu vymezeny pomocí vnějších tečen (obr. 10.). Po naměření rozsáhlého souboru otisků, bylo zjištěno, že s tělesnou hmotností korelují pouze rozměry příčné, z nichž jako nejspolehlivější se ukázal rozměr daný úsečkou AD, tedy nejširší část chodidla. Tento rozměr byl pro jednoduchost označen písmenem „d” a jeho korelace s tělesnou hmotností byla určena 0,72.



Obr. 10. Vnější tečny plantogramu (10)

Dle R. M. Robinse, který se odhadem tělesné hmotnosti z plantogramu zabýval ve své práci "Estimating height and Weight from size of footprints" (15) lze hmotnost vypočíst ze vzorce, který získal empiricky, měřením na souboru 550 plantogramů. Tyto byly vytvořeny v klidném stoji rovnoměrně na obou nohách. Bohužel ale byly vyřazeny plantogramy zatížené odchylkami, díky čemuž lze hmotnost vypočíst pouze pro zdravé jedince. Korelaci rozměru „d" lze pro jednoduchost považovat za lineárně závislou:

$$h = k_i . d;\ pro\ i = 1; 2; 3 \qquad \text{(h v kg; d v cm; k koeficient)} \qquad [1]$$

Hodnoty „k" pro plastickou –objemovou stopu jsou uvedeny v tab.1.

koeficient	pohlaví	pravá noha	levá noha
k_1	bez rozlišení	6,589	2.757
k_2	muž	6,822	4,639
k_3	žena	6,305	4,692

(tab.1.) Hodnoty pro plastickou stopu, dle Robbinse

Hodnoty „k" pro plošnou stopu jsou uvedeny v tab. 2.

koeficient	pohlaví	pravá noha	levá noha
k_1	bez rozlišení	6,942	2.972
k_2	muž	7, 505	5,002
k_3	žena	6,775	5,303

(tab.2.) Hodnoty pro plošnou stopu, dle Robbinse

Hodnoty koeficientů uvedených v tabulce byly prověřeny na rozsáhlém souboru jak v zahraničí tak i na souboru v ČR, což zajišťuje možnost použití pro naši populaci. Díky tomu je podle tohoto vzorce možné provést odhad hmotnosti jedince který stopu vytvořil bosou nohou s přesností na 4,5kg.

Možnost odhadu tělesné hnotnosti z podogramu zajisté slibuje rozáhlé možnosti v identifikačním pátrání, bohužel, stále zůstává pouhým odhadem a to díky použití pouze jednoho parametru, který s hmotností koreluje. Pro přesnější určení váhy by bylo zapotřebí najít větší množství korelujících parametrů, které by zajistily vyšší přesnost.

4.0 Plochá noha

Problém ploché nohy (pes planus) patří k velmi častým problémům dnešní populace a to zejména u dětí. Je způsobena poklesem, nebo dokonce vymizením podélné klenby nožní, která je tvořena obloukem mediálním a laterálním, které drží svou stabilitu díky tvaru kostí plantárně spojených silnými vazy. Tyto vazy spolu s plantární aponeurozou drží podélnou klenbu, aby při plné zátěži nedošlo k plnému poklesu a zachovala se tak pružnost chodidla a zajistila stabilita ve stoji na nohou. Zatímco v dynamické zátěži se na podpoře klenby podílejí zejména svaly. Klenba je tvořena dvěma oblouky -mediální, dynamický je tvořen kostí hlezenní (talus), člunkovitou (os naviculare), kostmi klínovými (ossa cuneiformia) a 1.-3. paprskem prstů . Laterální oblouk je statický, tvořen kostí patní (calcaneus), krychlovou (oc suboideum) a 4. a 5. paprskem.

V případě, že dojde vlivem vnějších nebo vrozených příčin k poklesu nohy, dostaví se typické bolesti, rychlá únavnost nohou a později i problémy s chúzí. Plochou nohu lze včas velmi dobře diagnostikovat pomocí plantogramu, či v medicínské terminologii podogramu. Ten lze zhotovit buď přímým otiskem bosé nohy při klidném stoji a rovnoměrné zátěži obou nohou pomocí plantografu (obr. 11., 12.), jehož principem je snímání otisku a obrysu nohy přes pryžovou membránu, zespodu natřenou tiskařskou černí, či lze použít speciální přístroje navržené přímo k těmto účelům. Plantoskop (obr. 13., 14.) je zařízení, díky kterému je možno vidět rozložení zátěže při stoji na patách, špičkách, nebo pouze jedné noze. Dále leze pozorovat postavení pat, achylových šlach, či otlaky pod hlavičkami záprstních kůstek. Další z možností, jak diagnostikovat plochou nohu, její příčinu a stupeň plochosti je RTG snímkování, nejlépe ve stoje. Tato metoda odhaluje postavení kostí nohy, čímž může odhalit některé vrozené příčiny, kterými může být například strmý talus, koalice kůstek apod.



Obr. 11. Plantograf (16)



Obr. 12. Plantograf (16)



Obr. 13. Plantoskop (16)



Obr. 14. Plantoskop (16)

4.1 Příčiny které mohou vést k pes planus (17) (18)

- vrozené
    - strmý talus
    - koalice tarsálních kůstek
- získané
    - ochablost vaziva
        - flexibilní plochá noha u dětí
        - v důsledku některých vrozených syndromů
    - svalová slabost, dysbalance
        - dětská mozková obrna
        - neurogenní příčiny
        - os tibiale externum (akcesorní kůstka prominující na mediálním okraji nohy)
    - rozvoj kontraktur
        - peroneální spastická plochá noha (vlivem spasmu peroneálního svalstva)
    - artritická plochá noha po zánětu či traumatu

4.1.1 Flexibilní plochá noha u dětí (pes planovalgus)

Vzniká v důsledku vrozeného rozvolnění vazů, kdy dochází ke snižování klenby a jejímu oploštění. Často je pata vbočená a zkrácený m. triceps surae. Rozvolnění vazů může být kromě vrozených příčin dané též obezitou a nošením nevhodné obuvi. V ranných stádiích k nápravě stačí důkladné protahování m. triceps surae, chůze naboso, zejména po nerovném terénu a nošení kompenzačních pomůcek. V těžších stádiích se provádí operace.

4.1.2 Strmý talus (pes planovagus congenitus)

Talus tvoří téměř prodloužení bérce, u novorozence se projevuje kolébkovitým prohnutím nožičky a je nutno jej řešit již po narození korekčními dlahami. Pokud je nutno operovat, zpravidla se řeší reposicí talu a následnou fixací.

4.1.3 Neurogenně podmíněná plochá noha

Nejčastěji vzniká při dětské mozkové obrně. V zásadě vzniká kvůli disbalanci, nebo ochabnutí svalstva. Kvůli kontrakturám, způsobeným disbalancí může následně docházet k tvarovým změnám kostí, což dále podporuje prohlubování problému ploché nohy. V takových případech se doporučuje zejména rehabilitační cvičení, které spočívá v protahování zkrácených svalů a posílení svalů ochablých. Operační řešení se zabývá hlavně zákroky na svalech vedoucí k obnově rovnováhy –uvolnění a zkrácení svalů.

4.1.4 Proneální spastická plochá noha

Bývá způsobena patologickými změnami důsledkem infekcí v oblasti subtalárního kloubu. Má poměrně typický průběh, při kterém si postižený stěžuje na bolest před vnějším kotníkem. Volně noha zůstává v everzním postavení, kdy fibulární svaly a extenzory prstů zůstávají napjaté, inverze nohy je bolestivá. Bolestivost se projevuje při zátěži. Kromě infekcí subtalárního kloubu může tento stav vyvolat i psoriáza, lupus, nebo revmatoidní artritida.

4.2 Metody hodnocení plochosti nohy dle plantogramu

4.2.1 Metoda Chippaux –Šimřák (19)

Vychází z konstrukce vnějších tečen plantogramu (obr. 15.). V bodech dotyku s plantogramem se nachází nejširší místo -přední část chodidla v tarsální oblasti (a), které se porovnává s nejužším místem (b). Je-li na plantogramu přerušení mezi přední a zadní částí plantogramu, je taková noha považována za vysokou a v takovém případě se měří vzdálenost oddělených částí v nejužším místě.



Obr. 15. Metoda Choppaux –Šimřák, měřené parametry a, b

Index plochosti nohy se vypočítá jako poměr nejširšího místa plantogramu a nejužšího:

$$Index\ plochosti = (a / b) \times 100 \qquad [2]$$

Podle hodnoty indexu je potom noha zařazena do kategorie (tab.3.):

Kategorie plochosti nohy	Index plochosti nohy
Velmi vyskoá noha	>1,3 cm
Středně vysoká noha	1,6 cm – 3 cm
Mírně vysoká noha	0,1 cm – 1,5 cm
Normální noha	0,1-45,0
Mírně plochá noha	45,1 -50
Středně plochá noha	50,1 -60,0
Velmi plochá noha	60,1 -100,0

(*tab.3.) klasifikace plochosti nohy dle metody Choppaux –Šimřák*

4.2.2 Metoda dle Mayera (19)

Spočívá ve vyhledání geometrického těžiště paty, nebo-li středu úsečky v nejširším místě paty. Po propojení s mediálním okrajem 4. prstu vzniká tzv. Mayerova linie. Plochá noha

je určena vzájemnou polohou Mayerovy linie a bodem určujícím střed plantogramu (obr. 16.). Je-li bod na linii, nebo mediálně od linie, potom se jedná o plochou nohu.



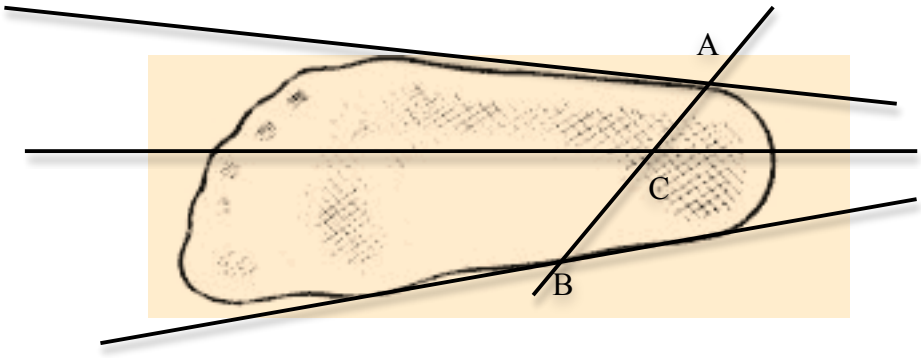
Obr. 16. Mayerova linie

4.2.3 Metoda Dunglova (19)

Tato metoda pracuje se stupněm valgozity (vbočení). Určuje se podle vzorce:

$$Idex\ valgozity = (1/2\ AB - AC) \times (100/AB) \quad (Rose\ 1985) \qquad [3]$$

Úsečka AB udává vzdálenost mezi vnitřním a vnějším kotníkem, AC udává vzdálenost geometrického těžiště kotníku od zevního kotníku (obr. 17.). Kladné hodnoty idexu valgozity poukazují na posun talu proti calcaneu do valgózního postavení paty, zatímco varozitu značí záporné hodnoty. (19)



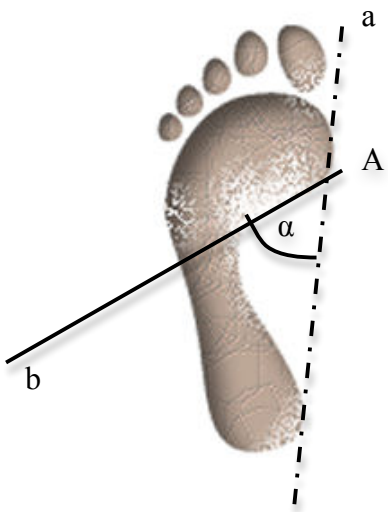
Obr.17. Stupeň valgozity kotníku

4.2.4 Hodnocení ploché nohy pomocí Clarkova úhlu (20)

Clarkův úhel, je úhel mezi vnější mediální tečnou plantogramu (a) a vnitřní tečnou (b) s vrcholem v bodu dotyku vnější tečny (A) a s dotykovým bodem na vnitřní linii obrysu plantogramu (obr. 18.). Plochost nohy hodnotí dle úhlu do tří kategorií (tab.4.) .

úhel α (°)	kategorie
< 44	plochá noha
44 - 45	normální noha
> 56	vysoká noha

(*tab.4.) kategorie dle Clarkova úhlu*



Obr.18 Hodnocení ploché nohy dle Clarkova úhlu

4.2.5 Další metody hodnocení stupně plochosti chodidla (21)

Metoda segmentů (Pugarič 1994) –plantogram je rozdělen podélnými paprsčitými přímkami na podélné segmenty a stupeň plochosti nohy je dán počtem vyplněných segmentů otiskem plosky nohy. Hodnocení porovnáváním s vizuální škálou je založeno na jednoduchém porovnání pořízeného plantogramu s předem nadefinovanou škálou otisků bosé nohy (obr. 19.)



obr. 19. Vizuální škála (Kapandji, 1985) (21)

4.3 Plantogram jako jednoduchá a přesto důležitá pomůcka v diagnostice

Plantogram chrakterizuje stav klenby nohy a na základě jeho hodnocení lze určit, zda se jedná o nohu vysokou, normální, nebo plochou nohu. Kromě ploché nohy však může napovědět mnohé i o dalších patologiích. Pokud jsou k dispozici plantogramy pravé i levé nohy pořízené najednou při rovnoměrném stoji, promítá se v otisku velmi dobře nerovnoměrné zatížení nohy, způsobené patologiemi kloubů nohou. Mezi takové se řadí např. valgozity kolenního, nebo kyčelního kloubu. Při porovnání podogramu levé a pravé nohy lze rozpoznat rozdíl v zatížení které vzniká vadným držením těla způsobeným např. skoliosou nebo zkrácenou končetinou.

V nohou se odráží celkový stav pohybového aparátu člověka. Tento stav vznikl díky chůzi po dvou nohách. Při takovémto pohybu je celá váha přenášena pouze na dvě nohy narozdíl od ostatních savců, kteří se pohybují kvadrupedně. Právě díky této změně se vyvinula nožní klenba, aby poskytovala oporu a dostatečné odpružení při chůzi. Řešení problému ploché nohy je proto velmi podstatným, zvláště v současné době, kdy se lidé pohybují hlavně po rovném a pevném terénu, ve kterém je klenba nožní v největší zátěži.

Diagnostika ploché nohy pomocí plantogramu má bezpochyby místo v moderní medicíně nejen v léčbě ale také prevenci.

4.4 Prevence ploché nohy u dětí

Pokleslá nožní klenba může být již vrozeným problémem nebo může vzniknout v důsledku nějaké jiné vrozené choroby. Pokud se ovšem dítě narodí zdravé, s normálně vyvinutou kostrou a svalstvem, lze vzniku ploché nohy účinně předcházet.

Jako první opatření, kterým lze zabránit vzniku tohoto problému je zajištění přirozeného vývoje dítěte. To zahrnuje především neklást na vyvíjejícího se jedince příliš vysoké nároky, tedy nestavět jej předčasně na nohy, brát ohledy na fyzickou zdatnost dítěte (nechodit na příliš dlouhé vycházky) poskytnout noze prostředí pro přirozený vývoj. Nožní klenba se začala vyvíjet kvůli bipednímu pohybu, ovšem tehdy člověk nechodil po vyasfaltovaném chodníku, ale po nerovném terénu, takže nedošlo pokaždé k plnému zatížení klenby. Evoluce bohužel stále ještě nohu neuzpůsobila na rovný tvrdý terén, tak je nutné podat klenbě oporu v podobě kvalitní obuvi, popřípadě, je-li to možné, dopřát dítěti chůzi naboso v trávě či po jiné přirozené podložce, kde mu nehrozí zranění.

Plochá noha se však může vyvinout i ze zdravé nohy dospělého jedince. Zde totiž platí, že klenba je pružná soustava z kostí, vazů a svalů a pružnost může lehce ztratit. Proto je dobré tuto soustavu posilovat přiměřenou pohybovou aktivitou v adekvátním terénu a udržovat kvalitní obuví.

5.0 Závěr

Plantogram, podogram, otisk bosé nohy nebo jednoduše stopa –to všechno jsou výrazy, kterými lze pojmenovat obraz nohy, vytvořený jejím tlakem na podložku. Ačkoliv se jedná o problém, který bývá často veřejností přehlížen a opovrhován ve stínu moderních prostředků nabízejících digitalizaci a počítačové modely v oblasti archeologie, kriminalistky, medicíny a genetiky, má nám i v dnešní době co nabídnout a poskytuje nepřeberné množství údajů o jedinci, který jej vytvořil. Na poli archeologie prozrazuje informace, které miliony lety zůstávaly ukryté, aby spatřily světlo světa v naší době a my z něho mohli číst o našich předcích. V kriminalistice, ač se nejedná o tak časté případy, pomáha řešit trestné činy a odhalit zločince. Díky podogramu může medicína včas diagnostikovat a předcházet patologiím, jejichž brzké řešení již nejednoho člověka ušetřilo od nepříjemných a zbytečných bolestí, či dokonce umožnilo lepší způsob pohybu. Všechny tyto a mnohé další možnosti jak využít otisk bosé nohy jsou vítězstvím ať už pro jedince, tak pro společnost.

Vytvořit plantogram je nenákladná metoda, jak se dozvědět více a věřím, že nám ještě všechna tajemství nevyzradil a v budoucnu lidská stopa najde ješte mnohá, dosud neobjevená uplatnění.

Seznam použité literatury:

(1) *ABZ Slovní cizích slov:* [online], [cit. 2010 21. 06.]. Dostupný z www: <http://slovnik-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/plantogram>

(2) *Biologie člověka:* [online], [cit. 2010 27. 04.]. Dostupný z www: http://www.giobio.ic.cz/obrazky/clovek/clovek.htm

(3) *Hpssandiego.com:* [online], [cit. 2010 27. 04]. Dostupný z www: http://www.hpssandiego.com/tarsal_bones.htm

(4) *Sportspodiatry.co.uk:* [online], [cit. 2010 27. 04]. Dostupný z www: <http://www.sportspodiatry.co.uk/foot_footanatomy.htm>

(5) *Pbs.org:* [online], [cit. 2010 21. 06.]. Dostupný z www: <http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/07/1/l_071_03.html> + video

(6) *Lucy the hominid* [online], [cit. 2010 06. 05]. Dostupný z www: <http://www.crystalinks.com/lucy.html>

(7) About.com: Archeology: [online], [cit. 2010 21. 06.]. Dostupný z www: <http://archaeology.about.com/od/lterms/g/laetoli.htm>

(8) *Smithstonian National Museum of Natural History –Laetoli Footprints* [online], [cit. 2010 21. 06.]. Dostupný z www: <http://humanorigins.si.edu/evidence/behavior/laetoli-footprints>

(9) *Hominids, fosils, and origins :* [online], [cit. 2010 06. 05] dostupný z www: <http://www.bigfootencounters.com/>

(10) STRAUS, J.: *Možnost identifikace osoby podle plantogramu*. Kriminalistika –čtvrtletník MVČR , červen 2001, roč. XXXIV, no. 1

(11) GROSS, H.: *Hanbuch der Kriminalistik*, Berlin 1977, 597s.

(12) KENNEDY, R.,B.: *Preliminary Study of the Uniqueness of Barefoot Impressions*, Canadian Society of Forensic Science Journal, December 1996, vol. 29, no. 4, s: 233-238

(13) PORADA, V.: *Teorie kriminalistických stop a identifikace*. Praha, Academia 1987, 328s

(14) STRAUS, J.: *Forenzní biomechanika*. Praha, PA ČR 2001, 256 s

(15) ROBBINS, R.: *Estimating height and Weight from size of footprints*, Journal of Forensic sciences, january 1986, vol. 31 no. 1

(16) *Ortopedická ambulance Mudr. Dalibor Ostrý* [online], [cit. 2010 13. 06] dostupný z www: <http://www.dostry.cz/podrobne/potize_ploche_nohy.htm>

(17) ADAMEC, O.:*Plochá noha v dětské věku –diagnostika a terapie*, Pediatrie pro praxi, srpen 2005, roč. 6, no. 4, s.194-196

(18) Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně –ADAMEC, O.: Plochá noha u dětí. [online], [cit. 2010 25. 05]. Dostupný z www: <http://www.cls.cz/dokumenty2/os/t211.rtf>

(19) Provide Motivation Through Exciting Materials in Mathematics and Science: [online] [cit. 2010 25. 05]. Dostupný z www: <http://promotemsc.org/results/CD/units%20EN/Sample%20M4%20EN.pdf> s.M4-3

(20) DUNGL, P.: *Ortopedie a traumatologie*. A Vicenum, Praha 1989, s. 108.

(21) SVAJ ÍKOVÁ, J.: *Metody hodnocení plantogramu u plochonoží. Přehled metod hodnocení plantogramu z hlediska diagnostiky plochonoží*. Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc, 2000, s.191

Seznam použitých obrázků:

1. Obr. 1 *Kostra dolní končetiny a pletence (2)*
2. *Obr. 2 Ossa pedis (3)*
3. *Obr. 3 Svalstvo nohy (4)*
4. *Obr. 4 Vazy nohy (4)*
5. *Obr. 5. Australopithecus afarensis (6)*
6. *Obr. 6. Stopy v sopečném popelu v Laetoli (9)*
7. *Obr. 7. Stopy v sopečném popelu v Laetoli (9)*
8. *Obr. 8. Stanovené body na plnatogramu (10)*
9. *Obr.9. Některé parametry měřené na plantogramu (10)*
10. *Obr. 10. Vnější tečny plantogramu (10)*
11. *Obr. 11. Plantograf (16)*
12. *Obr. 12. Plantograf (16)*
13. *Obr. 13. Plantoskop (16)*
14. *Obr. 14. Plantoskop (16)*
15. *Obr. 15. Metoda Choppaux –Šimřák, měřené parametry a, b*
16. *Obr. 16. Mayerova linie*
17. *Obr.17. Stupeň valgozity kotníku*
18. *Obr.18 Hodnocení ploché nohy dle Clarkova úhlu*
19. *obr. 19. Vizuální škála (Kapandji, 1985) (21)*

Seznam použitých tabulek:

1. (tab.1.) Hodnoty pro plastickou stopu, dle Robbinse
2. (tab.2.) Hodnoty pro plošnou stopu, dle Robbinse
3. (*tab.3.) klasifikace plochosti nohy dle metody Choppaux –Šimřák*
4. (*tab.4.) kategorie dle Clarkova úhlu*

Seznam použitých vzorců:

1. vzorec pro výpočet korelace šířky chodidla a hmotnosti jedince: $h = k_i . d$; *pro* $i = 1; 2; 3$(h v kg; d v cm; k koeficient) [1]
2. vzorec pro výpočet indexu plochosti nohy: *Index plochosti* $= (a / b) \times 100$ [2]
3. vzorec pro výpočet indexu valgozity: *Idex valgozity* $= (1/2\ AB - AC) \times (100/AB)$ *(Rose 1985)* [3]