



## **ÎNREGISTRAREA ȘI ANALIZAREA PRESIUNILOR PLANTARE ÎN DINAMICĂ**

Aura MIHAI, Bogdan SÂRGHIE, Mariana COSTEA

### **RECORDING AND ANALYSING DYNAMIC PLANTAR PRESSURE**

Plantar foot pressure is exerted between the foot and the contact surface during of daily locomotion activities. Classic applications of this field are footwear design, performance analysis and injury prevention, improvement in balance control and diagnosis of diseases. Recently, innovative application of plantar pressure analysis is in the field of human recognition, biometrics, posture monitoring and support systems restoring. Forces that act on the foot are normally controlled by the plantar region. If the movement of the foot is constrained and the foot cannot function at normal parameters, then these forces are absorbed by other regions, which may lead to modifications of the foot anatomy and increased occurrence of medical problems.

Keywords: plantar pressure, footwear, injury prevention

Cuvinte cheie: presiune plantară, încălțăminte, afecțiuni medicale

### **1. Introducere**

Presiunea plantară a piciorului se manifestă între picior și suprafața acestuia de contact în timpul activităților locomotorii de zi cu zi. Informațiile obținute prin măsurarea presiunilor plantare sunt importante în activitățile de cercetare în statică și dinamică pentru diagnosticarea problemelor picioarelor, proiectarea încălțăminte, biomecanică, prevenirea accidentărilor [1]. Există o relație foarte strânsă între încălțăminte utilizată și patologia piciorului, încălțăminte

putând avea efecte dăunătoare asupra acestuia prin alterarea formei în urma căreia rezultă o eficiență biomecanică scăzută [6]. O problemă gravă ce apare la nivelul piciorului ca urmare a utilizării articolelor de încălțăminte este reprezentată de reducerea abilității naturale a piciorului de a controla energia de impact și de a oferi corpului o bază de sprijin puternică și stabilă. Efectele senzoriale de izolare pe care le are încălțăminta împiedică nervii de pe suprafața plantară să recepționeze și să reacționeze la informații senzoriale. Realizarea de încălțăminte care să țină cont de aceste problematice trebuie să constituie o preocupare permanentă a proiectanților de produs. Încălțăminta ar trebui să îmbunătățească răspunsurile senzoriale de la suprafața plantară a piciorului încălțat [3, 4, 5].

Relația dintre presiunea plantară și confortul perceput variază în funcție de regiunea plantară. În zonele cu presiuni mari este perceput un confort scăzut, în special în zona metatarsienelor II și III și în regiunea călcâiului, fiind posibil ca presiunile mari din zona metatarsienelor să favorizeze creșterea riscului fracturilor de stres și a rănilor [2]. Prin măsurarea și analizarea presiunilor plantare în dinamica pot fi identificate și prevenite din timp afecțiunile care pot apărea la nivelul membrelor inferioare.

## **2. Metodă și echipament**

Studiile antropometrice au fost efectuate pe un eșantion format dintr-un număr de 23 de subiecți de sex masculin. Criteriile de selecție a subiecților au fost greutatea (70-90 kg), vârsta (cuprinsă în intervalul 30-40 de ani) și lipsa afecțiunilor medicale la nivelul membrelor inferioare. Studiile antropometrice și biomecanice au fost efectuate în vederea obținerii caracteristicilor dimensionale ale picioarelor acestora.

Înregistrarea presiunilor plantare în dinamică a fost realizată utilizând sistemul RSscan Footscan.

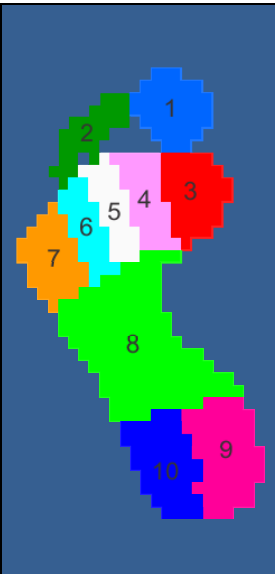
Acest sistem este compus din: placă cu senzori de presiune și program software dedicat. Sistemul Footscan este utilizat de numeroase instituții și laboratoare de cercetare. Armatele naționale din Australia, Belgia, Olanda, Germania și America utilizează aceste sisteme de măsurare a presiunilor plantare pentru a evalua riscul de accidentare al recruților. În numeroase studii se utilizează sistemul RSscan Footscan pentru măsurarea, analizarea și tratarea diferiților pacienți și pentru analizarea diferitelor tipuri de picioare și variațiile acestora. Avantajele sistemului RSscan Footscan sunt viteza mare de înregistrare, rezoluția înaltă a senzorilor de presiune, rezistența mare a

senzorilor la solicitări mecanice și posibilitatea de adaptare și utilizare împreună cu alt gen de sisteme, cum ar fi plăcile de forță și sisteme de înregistrare a mișcării.

### 3. Rezultate și discuții

Amprenta plantară a piciorului a fost împărțită în 10 zone distincte (tabelul 1 - Zonele anatomice ale amprentei plantare a piciorului), după cum urmează: 1 – zona degetului 1 (D1); 2 – zona degetelor 2-5 (D2-5); 3 – zona metatarsianului I (M1); 4 – zona metatarsianului II (M2); 5 - zona metatarsianului III (M3); 6 - zona metatarsianului IV (M4); 7 - zona metatarsianului V (M5); 8 – zona mediană a suprafeței plantare (Zm); 9 – zona interioară a călcâiului (Ci); 10 – zona exterioră a călcâiului (Ce).

Tabelul 1

	1	Zona Degetul 1	D1	Zona Degetelor	Zd
	2	Zona Degetelor 2-5	D2-5		
	3	Zona Metatarsianul 1	M1	Zona Metatarsienelor	ZM
	4	Zona Metatarsianul 2	M2		
	5	Zona Metatarsianul 3	M3		
	6	Zona Metatarsianul 4	M4		
	7	Zona Metatarsianul 5	M5		
	8	Zona Mediană a suprafeței plantare	Zm	Zona Mediană	Zm
	9	Zona interioară a călcâiului	Ci	Zona de călcâi	Zc
	10	Zona exterioră a călcâiului	Ce		

Aceste zone ale amprentei plantare pot fi grupate, în funcție de rolul pe care îl au în dinamica mersului în următoarele zone: zona degetelor (ZD) care cuprinde zona degetului și zona degetelor 2-5; zona metatarsienelor (ZM) care cuprinde zonele metatarsienelor I-V; zona mediană (Zm) care cuprinde zona cu aceeași denumire și zona de călcâi (Zc) care cuprinde zonele interioară și exterioră ale călcâiului.

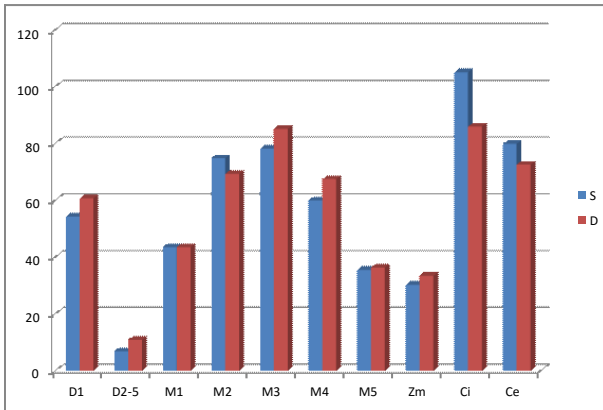


Fig. 1

Forța medie corespunzătoare fiecărei zone anatomice a ampretei plantare

În figura 1 sunt reprezentate grafic valorile medii ale forței pentru fiecare

zonă anatomică a ampretei plantare. Pentru fiecare zonă anatomică sunt reprezentate valorile medii ale forței pentru piciorul stâng (S – albastru) și pentru piciorul drept (D – roșu). În aceasta figură pot fi observate diferențele dintre piciorul stâng și piciorul drept pentru fiecare zonă și de asemenea pot fi observate diferențele dintre fiecare zonă anatomică în parte. Cele mai mari valori ale forței se întâlnesc în cazul zonei călcâiului interior (Ci), călcâiului exterior (Ce), metatarsianului 2 (M2), metatarsianului 3 (M3) și metatarsianului 4 (M4). Cea mai mică valoare a forței se înregistrează în cazul zonei mediane a suprafeței plantare a piciorului.

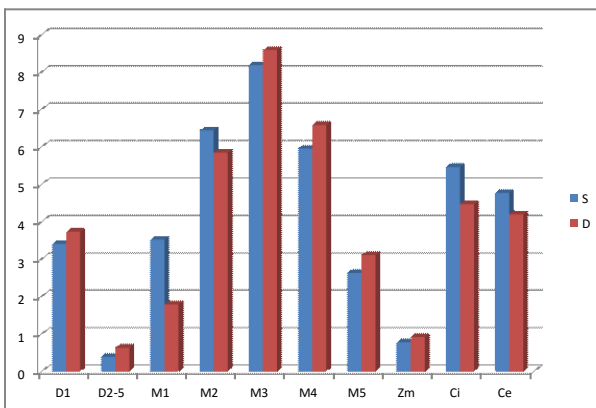


Fig. 2

Presiunea medie corespunzătoare fiecărei zone anatomice a ampretei plantare

În figurile 2 și 3 sunt prezentate grafic valorile medii ale presiunii și ale ariei corespunzătoare

piciorului stâng și piciorului drept pentru fiecare zonă anatomică. Valorile minime și maxime ale presiunii asupra zonelor anatomice ale suprafeței plantare sunt similare cu valorile rezultate în cazul forței.

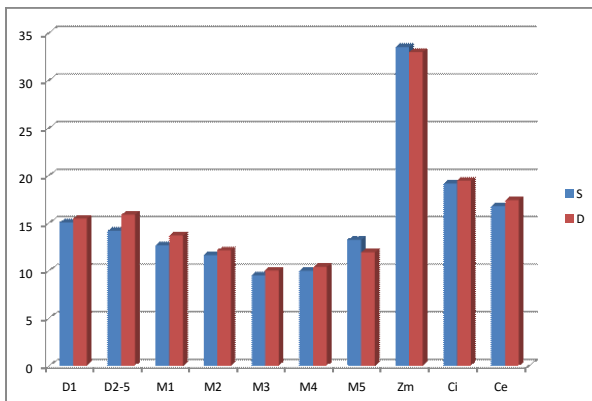


Fig. 3

Aria corespunzătoare  
fiecărei zone  
anatomice a  
amprentei plantare

În cazul diagramei  
distribuției ariei  
zonelor anatomice  
ale suprafeței  
plantare, cea mai  
mare valoare este  
înregistrată în

cazul zonei mediane a piciorului. Cele mai mici valori ale arie suprafețelor sunt înregistrate în cazul zonelor metatarsianului 3 (M3) și 4 (M4).

În urma analizei diagramelor distribuției valorilor forței, ariei și presiunii pentru fiecare zonă anatomică a suprafeței plantare putem concluziona că zonele cele mai solicitate din punct de vedere a valorilor forței și presiunii sunt cele ale metatarsienelor 2, 3 și 4, în același timp, aceste zone reprezentând zonele care au suprafețele cele mai mici.

### 3. Concluzii

- Studiul presiunilor plantare în vederea stabilirii condițiilor de solicitare în timpul mersului s-a realizat pe un eșantion format dintr-un număr de 23 de subiecți de sex masculin. Criteriile de selecție a subiecților au fost greutatea (70-90 kg), vârsta (cuprinsă în intervalul 30-40 de ani) și lipsa afecțiunilor medicale la nivelul membrilor inferioare.

- Parametrii studiați au impact asupra modelării și proiectării calapoadelor pentru încălțăminte pe baze științifice, respectiv parametrii funcționali de caracterizare a interfeței picior-plan de sprijin în condiții de solicitări dinamice.

- Analizarea presiunilor plantare obținute prin înregistrarea în dinamică a fost realizată pentru 10 zone distincte ale fiecărei amprente: D1 – zona degetului 1, D2-5 – zona degetelor 2-5, M1 - zona metatarsianului I, M2 – zona metatarsianului II, M3 - zona metatarsianului III, M4 - zona metatarsianului IV, M5 - zona metatarsianului V, Zm – zona mediană a suprafeței plantare, Ci – zona

interioară a călcâiului, Ce - zona exterioară a călcâiului. Presiunile plantare înregistrate în dinamică, au evidențiat faptul ca zonele anatomice cele mai solicitate de pe suprafața plantară a piciorului sunt zonele M2, M3, M4.

*Lucrarea a fost realizată cu suport din partea proiectului de cercetare "MOBILITY - Prevenția deficiențelor de mers și îmbunătățirea parametrilor biomecanici la persoanele vârstnice prin proiectarea și realizarea încălțămintei personalizate", nr. 122/2014, finanțat de UEFISCDI prin programul "PN II - Proiecte colaborative de cercetare aplicativă".*

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Abdul, H., Abdul, R., Aladin, Z., Rezaul, K.B., Yufridin, W., *Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review*, Sensors 2012, 12, 9884-9912; doi:10.3390/s120709884 sensors ISSN 1424-8220.
- [2] Lange, S., Maiwald, C., Mayer, T.A., Schwanitz, S., Odenwald, S., Milani, T.L., *Relationship Between Plantar Pressure and Perceived Comfort in Military Boots*, Footwear Science, volume 1, number S1, june 2009.
- [3] Sazonov, E.S., Fulk, G., Hill, J., Schutz, Y., Browning, R., *Monitoring of posture allocations and activities by a shoe-based wearable sensor*. IEEE Trans. Biomed. Eng. 2011, 58, 983-990.
- [4] Wada, C., Sugimura, Y., Ienaga, T., Kimuro, Y., Wada, F., Hachisuka, K., Tsuji, T., *Development of a Rehabilitation Support System with a Shoe-Type Measurement Device for Walking*. In Proceedings of SICE Annual Conference 2010, Taipei, Taiwan, 18-21 August 2010; pp. 2534-2537.
- [5] Yamakawa, T., Taniguchi, K., Asari, K., Kobashi, S., Hata, Y., *Biometric Personal Identification Based on Gait Pattern using Both Feet Pressure Change*. In Proceeding of 2010 World Automation Congress (WAC), Kobe, Japan, 19-23 September 2010; pp. 1-6.
- [6] Zhao, X., *Kinematic Control of human Postures for Task simulation*, thesis, University of Pennsylvania, 1996.

Prof. Dr. Ing. Aura MIHAI  
Șef lucr. Dr. Ing. Bogdan SÂRGHIE  
Șef lucr. Dr. Ing. Mariana COSTEA  
Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași  
Facultatea de Textile Pielărie și Management Industrial  
amihai@tex.tuiasi.ro, bsarghie@tex.tuiasi.ro, mpastina@tex.tuiasi.ro,  
membri AGIR