

【論文】

靴下・緩衝材の有無と歩行時の足裏圧力

占部 裕樹*, 荒木 浩太*, 藤崎 渉**

Relation Between Socks, Cushion and Pressure of Foot

Yuuki URABE, Kouta ARAKI and Wataru FUJISAKI

Abstract: Elderlies loose the muscle strength of their foot, therefore the walking style is tend to change by aging. People has own foot print which is strongly related with the walking style. We investigated the foot pressures with two types of socks and no socks by the prescale film, and the following results are obtained using the two types of stairs. (1)When a left foot is a pivot leg, It's pressure is larger than the other foot. (2)Pressure is surely transfered into the pre-scale film when we put PVC on it, and a large increase of pressure was seen on average pressure experiment.

Keywords: Foot Print Mode, Finger Type, Walking Style, Impact, Pre-scale Film, Stair

1. 緒 言

健康的に生活してゆくのに足が重要な働きをしていることはよく知られている。歩き方・履物の良し悪しは高齢者にとって重要な意味をもっている。「老化は足から」「足は第二の心臓」などと言われている。

脳は全身に神経をめぐらしており、足裏では指のつけ根、特に親指に最も神経が集中する。あらゆる動物の中で、ヒトの足だけが親指と他の四本とが一緒になっている。その親指とつま先に全体重をかけて刺激すれば、脳を活性化して脳の機能を十分に活動させることができ、また老化防止にも役立てることができる⁽¹⁾。つま先に体重をかけて歩くこと、具体的に言えば、指のつけ根の運動が大切である。

この際、足の親指を中心に指全体に力をいれて、蹴り出すような歩きかたを心がけるとよい。この点から家屋内では靴下着用よりも、素足の方が効果があると考えられる。なお靴下にも、素足感覚に近い五本指靴下が注目されている。高齢者の寝たきりの原因のひとつは転倒による骨折であり、転倒防止の観点からも素足歩行の意義は大きいものと推測される。

さらに、床歩行・階段の昇降ではすべりにくいことが要点となる。このためには人間の体重をしっかり受けとめられることがマット(緩衝材)の特性として求められる。

そこで本研究では手始めとして、まず成人の足裏の特徴を調べ次に靴下・緩衝材の有無による歩行時の足裏圧力の違い、特に足指先にかかる圧力の特徴について比較検討した。

* 機械工学科 4年

** 機械工学科

2. 足の特徴

2・1 指型と足型 人間の足の指型には次の3種類がある⁽²⁾。①第1～第3趾の長さがほぼ同じスクエア型、②第2趾が一番長く全体的に細身タイプのギリシャ型、③第1趾が一番長く、順次短くなってゆくエジプト型。日本人の約7～8割はエジプト型に属する。

また、人の足型は4種類に大別できる⁽³⁾。この分類には、土踏まずの特徴を示すパラメータとして Fig.1 に示すHライン・Nラインと呼ばれる基準線を用いる。ここで、Hラインはそれぞれ足の外側2点と内側2点を結んだ線の交点から、人差し指の中心点へと結んだ直線を意味する。また、Nラインは小指の中心点と踵外側を結んだ直線のことをいう。Hラインより土踏まずが内側に入れば((b) II型)、土踏まずの形成は良好といえる。また人によっては、土踏まずがNラインの外側にも形成されていることもある((c) III型)。

I～IV型の特徴を以下に概説する。

I型： Hラインを越えるような内側の土踏まずができていない状態である。足裏の使い方が不十分であり、踵から中足部外側に力が逃げて、前足部も第一趾のつけ根に力が集中する。

II型： Hラインを越えるような内側の土踏まずができていない状態である。踵から第五趾のつけ根へ、第一趾のつけ根へと、S字型に力が移動する。この土踏まずは理想の状態といえる。

III型： 内側アーチによる土踏まずの形成だけでなく、外側からのアーチがNラインを越える。外側土踏まずも形成された状態である。上述のII型とほぼ同じだが前足部に力が集中する傾向がある。

IV型： 内側、外側土踏まずのアーチの切れ込みが深く、両方のアーチが接触して足裏面が分離している状態である。力は前足部と後足部に集

中しており、前足部では親指のつけ根と小指のつけ根全体に力の広がりが見られる。このタイプは最も土踏まずの形成領域が広い。

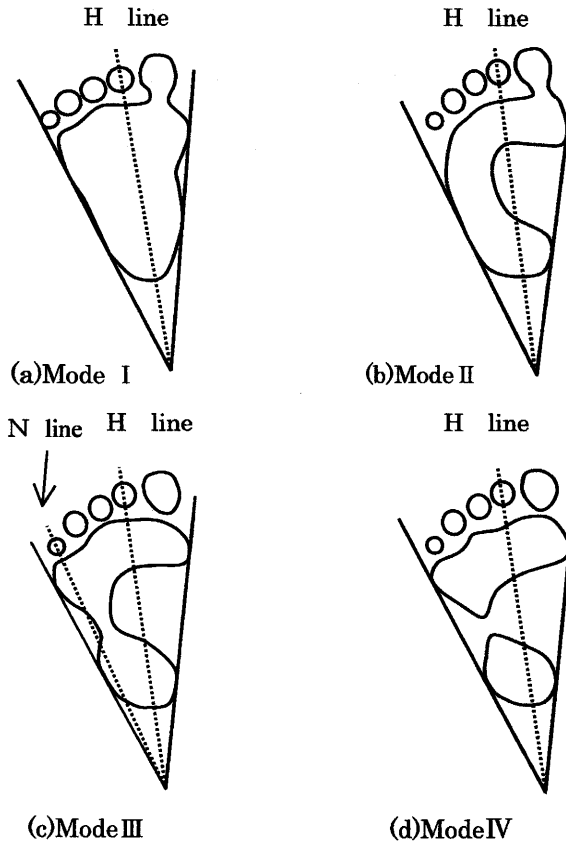


Fig.1 Mode of foot print

Table.1 Frequency of Mode of foot point and type of foot finger

Foot Finger Type	Foot Mode			
	I	II	III	IV
Square	—	2	—	—
Greece	1	1 7	1	—
Egypt	6	3 7	—	3

本年度までに、調査した本学工学部機械工学科の男子学生 67 名中における足型と指型の分類結果を Table.1 に示す。足型の I 型は 7 名、II 型は 56 名、III 型は 1 名、IV 型は 3 名であり、また指型ではスクエア型 2 名、ギリシャ型 19 名、エジプト型 46 名であった。

2・2 足裏の諸因子 膝への力学的負担は土踏まずの形成状態や外反母趾の有無によって影響される。土踏まずが正常に形成されている場合は、足の着地時に衝撃緩和の役割を果たし、膝への負担が減される。一方、扁平足の場合は足裏に衝突緩和の役割を果たすアーチがないため、衝撃がそのまま膝に伝わり、負担が大きくなる。さらに外反母趾では第一趾の付け根を整然と束ねている靭帯が伸びていることから、正面から見たとき足裏前部に圧力が掛かり、その圧力が直接に膝に伝わる。

また、外反母趾については、様々な情報や治療法が広まっているが、内反小趾については、比較的まだ少ないようである。内反小趾は、靭帯性外反母趾や混合性外反母趾などの外反母趾に伴って発生する場合がほとんどである。おそらく内反小趾の大半は、外反母趾からきている可能性があると思われる。内反小趾になる原因は、先の細い靴を履く習慣がある場合、歩行時に小趾の付け根側に重心を乗せる癖のある場合等があると考えられている。また、内反小趾の痛みは、やがて足・膝・腰の障害の発生にも繋がる。そこで、本学機械工学科男子学生 18 名の小指がどの程度内側に入っているのかを調べた。その結果を Table.2 と Fig.2 に示す。表中のパラメータ A,B,C,D,E,F はそれぞれ以下の通りである。

A : 右足裏全体の角度(°) B : 左足裏全体の角度(°)
C : 右足 N ラインと外側の線との角度(°)
D : 左足 N ラインと外側の線との角度(°)
E : 右足小指比(%) F : 左足小指比(%)

ここで、E,F は左右足裏全体の角度に対する N ライン

と外側の線との角度の割合である。

まず足裏全体角度(A,B)を左右で比べてみると、軸足である右足の方が偏差が少ないことがわかる。

一方、N ラインと外側の線との角度(C,D)を比較すると、右足の方が偏差が若干大きい。また、上記角度が足裏全体角度に占める割合(E,F)をみると、右足で偏差が大きい。

ここで最も角度 E が大きい被験者(TI)の指を Fig.3 に示す。

Table.2 Foot patterns of male students

Id.	TFF	MFP	A	B	C	D	E	F
			(°)	(°)	(°)	(°)	(%)	(%)
TA	Egypt	II	20.30	20.80	3.25	2.70	16	13
YI	Egypt	II	20.75	20.00	4.00	3.50	19	18
TI	Egypt	II	20.10	19.50	4.90	3.80	24	19
YI	Egypt	IV	20.00	22.75	2.50	3.50	13	15
TO	Egypt	II	22.50	24.50	4.25	4.25	19	17
JK	Egypt	II	22.00	23.25	3.00	2.50	14	11
MT	Egypt	II	21.50	19.00	3.50	2.50	16	13
KT	Egypt	II	23.00	21.50	4.50	3.75	20	17
DN	Egypt	II	18.00	18.00	3.30	2.90	18	16
MN	Egypt	II	20.25	22.50	2.25	2.50	11	11
SN	Egypt	II	19.20	19.40	3.50	3.80	18	20
SH	Egypt	I	15.70	17.60	2.30	2.80	15	16
KF	Egypt	II	21.50	21.25	3.00	3.25	14	15
KF	Egypt	I	23.50	25.75	4.10	3.90	17	15
TM	Greece	II	20.25	23.50	4.00	4.50	20	19
SM	Egypt	II	16.00	17.00	3.00	2.75	19	16
YM	Greece	I	17.70	20.10	3.00	3.20	17	16
HY	Greece	II	18.50	20.25	3.50	3.75	19	19

TFF : Type of Foot Finger MFP : Mode of Foot Print

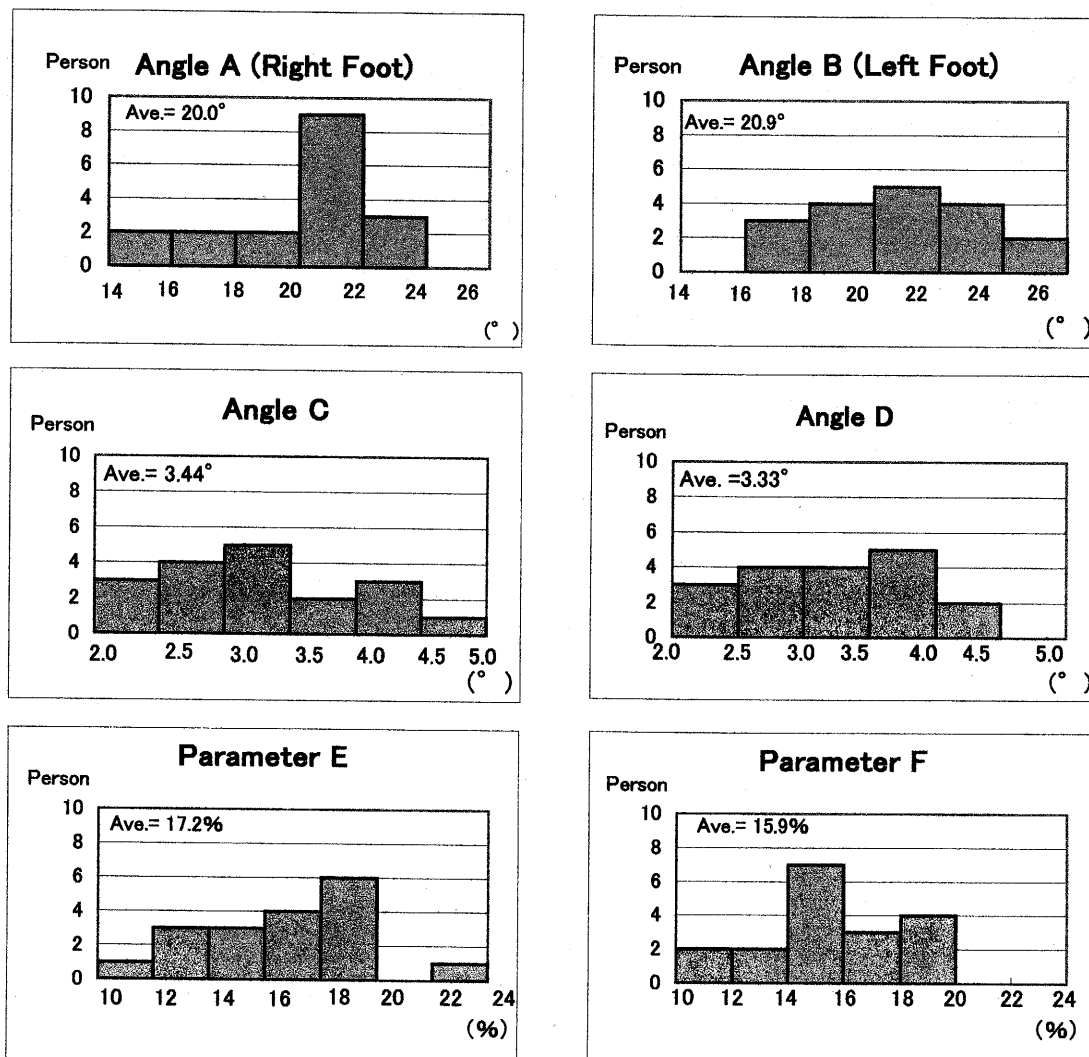


Fig.2 Histogram of foot parameter



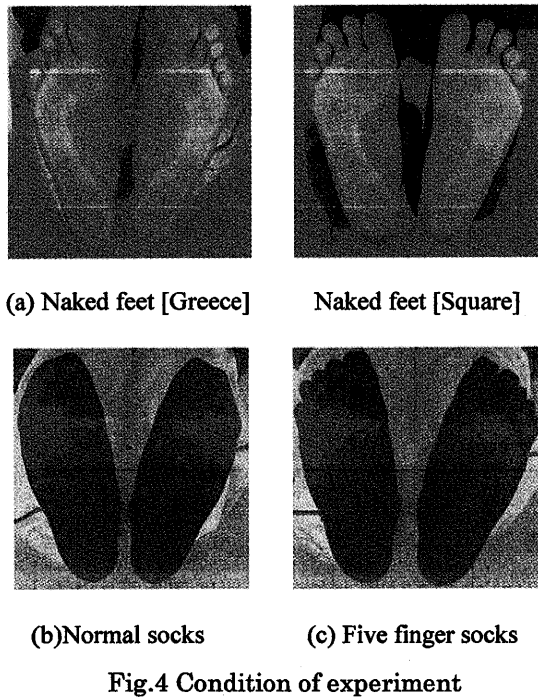
Fig.3 Bunionette[Egypt]

図より小趾が内側に入っている内反小趾の状態であることがわかる。過度の内反小趾は小指の付け根の外側の腫れや薬指と小指の付け根の間に痛みが生じることもある。足指を付け根から広げることと足

指を開いて踏んばり力をつける運動を行うことで内反小趾の改善を促進することができる。さらに指先が窮屈になる靴や靴下は使用をやめて、自分の足にあったものを着用することが望まれる。

3. プレスケールを利用した足圧測定

3・1 実験条件と測定条件 平地歩行時、階段歩行時に履く靴下によって足裏にかかる圧力の違いや、どのような靴下が一番指を使って歩行しているかを調べた。今回、Fig.4 に示す素足・普通靴下・5本指靴下の3パターンで測定をおこなった。被験者の足(Fig.4 (a))はギリシャ型、指はII型、身長1.73m、体重569Nである。同一条件を10回繰り返し測定し、その平均値をデータとして整理した。



プレスケールは A フィルムと C フィルムの 2 種類から構成されている。A フィルムには発色材が、C フィルムには顕色材が塗布されている。平地と階段にプレスケールマットと 2 種類のフィルムを置き、歩行時に圧力 P をかけることで赤色点状マークが現れる。この赤色点状マークをプレスケール圧力画像解析システム（富士フィルム製 FPD-921）で読み取る。

- ① 平地歩行で、素足、普通靴下、5 本指靴下の足裏圧力と指先圧力を測定 (Fig5,6)。
- ② 階段歩行で、素足、普通靴下、5 本指靴下の足裏圧力を測定 (Fig7,8)。
- ③ 階段歩行で、(a)素足、(b)プレスケールマットの下に EVA 樹脂を引いた場合、および(c)A フィルムの上に塩化ビニール樹脂 (PVC 樹脂) (0.45 mm) を付加し、プレスケールマットの下に EVA 樹脂を引いた場合を測定 (Fig9~12)。平均圧力の比較を Fig9,10 に最大圧力の比較を Fig11,12 に示す。

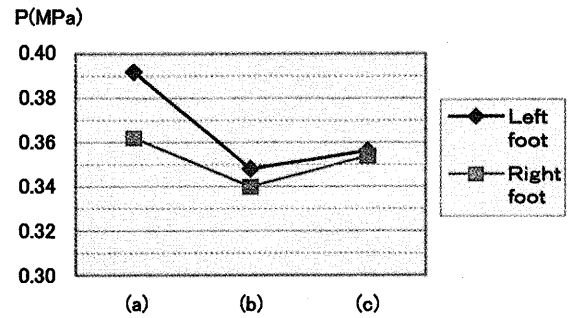


Fig.5 Average pressure of feet [Flat]

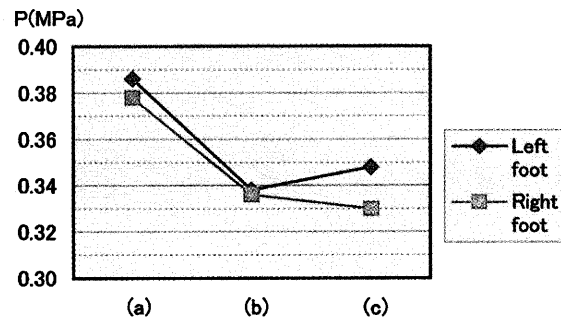


Fig.6 Average pressure of fingers [Flat]

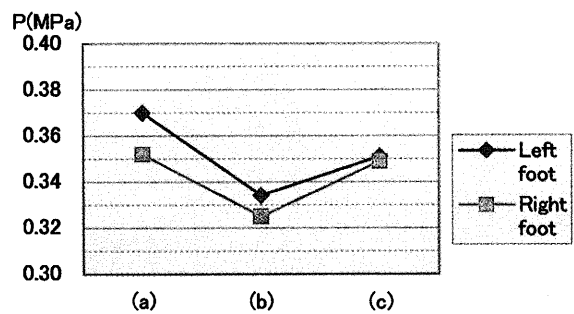


Fig.7 Average pressure of fingers [upward]

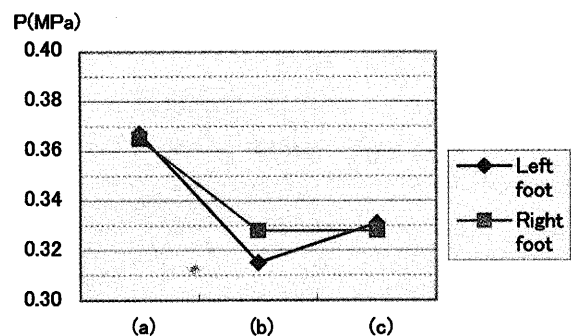


Fig.8 Average pressure of fingers [downward]

(a) Naked foot, (b) socks, (c) five-finger socks

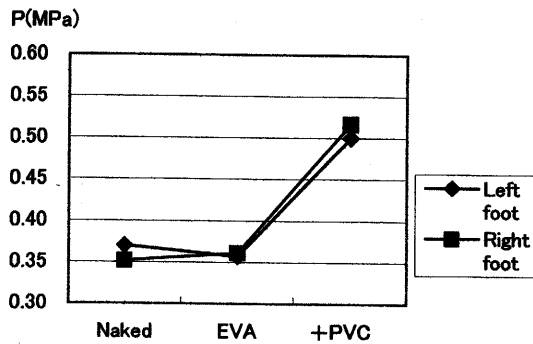


Fig.9 Average pressure of fingers [upward]

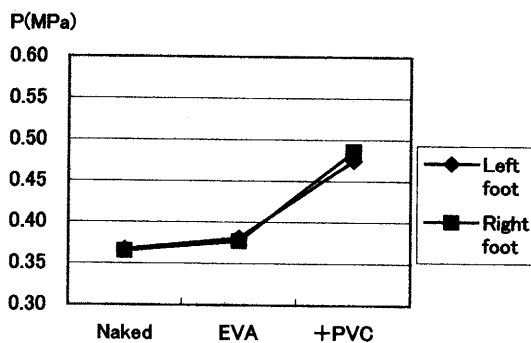


Fig.10 Average pressure of fingers [downward]

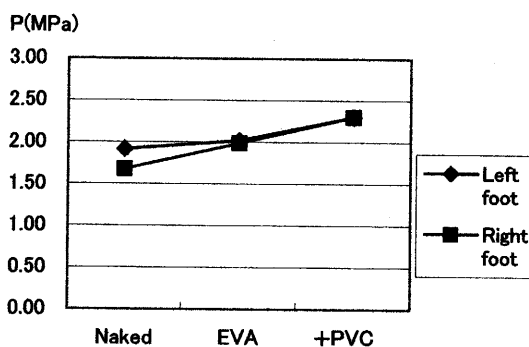


Fig.11 Maximum pressure of fingers [upward]

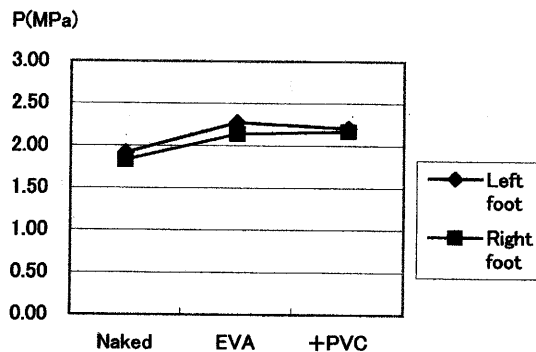


Fig.12 Maximum pressure of fingers [downward]

3・2 測定結果 平地歩行で (a)素足、(b)普通靴下、(c)5本指靴下の圧力測定をおこなった。結果を Fig.5 に示す。ここで足裏平均圧力の強さは素足、次に5本指靴下、普通靴下の順となった。次に左右の圧力の違いに関しては、被験者が右利きということから、軸足である左足の方が素足、普通靴下、5本指靴下とも圧力が大きくなった。足指部のみの圧力の結果を Fig.6 に示す。図より素足が一番指先を使っていることが分かる。

階段昇降においても足裏平均圧力 (Fig.7) ,指先平均圧力 (Fig.8) とも素足が一番強く、次に5本指靴下、普通靴下の順となった。Fig.9、Fig.10での階段昇降時の平均圧力では、測定方法別に見ると塩化ビニール樹脂 (PVC) 付加が最も大きくなった。これは PVC と A フィルムの上に摩擦が生じ、A フィルムがずれなくなったために、着地時に圧力がそのままプレスケールに伝わることによると考えられる。また左右の足別に見ると、ほとんど差は観察されなかった。

Fig.11、Fig.12 での階段昇降時の最大圧力では、測定方法別に見ると、上り階段では PVC 付加が最も大きく、下り階段では EVA 樹脂と PVC 付加の間には、さほど違いが認められなかった。

4. 結 言

平地歩行時と階段昇降時の足裏圧力と靴下・緩衝材の有無による足裏圧力の比較実験を行った。

1. 平地歩行・階段上昇時は利き足よりも軸足において、足裏が圧力は大きくなる。一方、階段下降時の両者の差は少ない。
2. EVA 樹脂の上に塩化ビニール樹脂 (PVC) を置いたものは、平均圧力で大きな上昇を示した。塩化ビニール樹脂 (PVC) はすべり防止材として優れている。

参考文献

- (1) 大島 清, 頭脳200%活性化法, PHP 研究所, 1995.
- (2) 松重, 西原, 緒方, 藤崎, 九州産業大学工学部研究報告 第40号, 33-36, 2004.
- (3) 野田雄二, 足の裏からみた体, 講談社, 1998.