

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10843

研究課題名(和文) 足底装具(インソール)によるスポーツパフォーマンスへの効果の解明

研究課題名(英文) Clarifying the effect of insoles on sports performances

研究代表者

布目 寛幸 (NUNOME, Hiroyuki)

福岡大学・スポーツ科学部・教授

研究者番号：10270993

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、科学的エビデンスに乏しいインソールの効果を2つの実験研究から検証した。

男子大学生30名を対象に背筋力への効果を検証した結果、ある特定の足部サポート形状を持つインソールが、最大背筋力を統計的に有意に増加させる効果があることが明らかとなった。一方、成人男女81名を対象に、肉体労働の労働負荷を低減する試みでは、対象群全体として統計的に有意なインソールの効果がみられない結果となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ある特定の足部サポート形状を持つインソールが、ヒトの最大筋力発揮(背筋力)を統計的に有意に増加させるという明確なエビデンスを提示することができた。その一方で、肉体労働の労働負荷低減へのエビデンスを提示することができなかった。これらの事実は、対象となる動作の運動強度と運動様式が関連していると考えられた。

本研究の社会的な意義として、インソールは高い強度におけるアイソメトリックな動作様式に対して効果的であることを示すことができたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The effect of foot inserts on sport and other physically intensive activities have been advocated for many years. Although knowledge about the benefit of using foot inserts have been accumulated in regard to medical treatments, there has been no clear scientific evidence supporting the novel functionalities of foot inserts on some aspects of sports performances or physically intensive manual works. We aimed to provide concrete, scientific evidence describing the effect of commercial foot inserts on maximum isometric muscle strength and on reduction of the work load of manual labors.

A commercial insert having a unique shape of foot arch support, was found to have positive effect on back-strength exertion. The maximum back-strength of healthy university athletes were significantly increased using the foot insert. In contrast, there was no clear effect of the usage of foot insert to the group of manual labors on decreasing their daily work load.

研究分野：Sports Biomechanics

キーワード：insoles back-strength

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

シューズ内に装着することで、その特殊な形状から足部・下肢関節の解剖学的なアライメントを適切に補正する役割があるとされる足底装具（インソール）は、主に変形性膝関節症などの下肢慢性障害に対する治療手段として広く推奨されており、その効果を検証した研究は数多い。一方、インソールをスポーツパフォーマンスや労働負荷の改善に役立てようとする試みも行われており、現状では様々な効果を謳うインソールが広く一般に販売され、国内外で多くの特許が認可されている。しかしながら、これらインソールの効果には未だ社会的なコンセンサスが得られていない。

治療目的以外にインソールの効果を検証した研究は、そのほとんどが静止立位時あるいはそれに近い状態でのバランステストを行い、重心の動揺軌跡からそのバランス能力への影響を評価するに留まっている。ほぼ静的な状態で測定され、且つその効果が軽微であるバランス能力の改善が、どのようにヒトのダイナミックな筋力発揮や動作に反映されるかについては大きな疑問が残ったままである。したがって、優れたスポーツパフォーマンスあるいは身体活動の負荷軽減を実現するというインソールの効果に関する科学的なエビデンスは世界的に見ても存在しないといえる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、実際のスポーツを想定した最大筋力発揮およびダイナミックな動作を伴うスポーツパフォーマンス及び身体活動の負荷軽減に対するインソールの客観的な効果を科学的なエビデンスとして明らかにすることである。

3. 研究の方法

一連の研究活動の中で、インソールの最大筋力に対する効果を検証した研究 と肉体力労働の労働負荷軽減のための研究 を実施した。

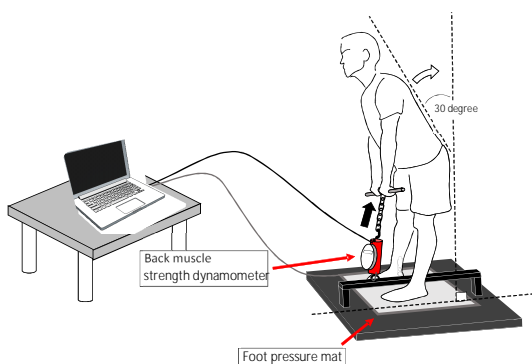


Figure 1. Experimental set up for back-strength and plantar pressure measurement.

研究

研究参加に任意で同意した健常な男子大学生 30 名を対象とし、足型 3D スキャン測定装置を用いて静止立位時の足部形状を測定した。その後、足底圧測定装置と背筋力計を組み合わせた装置を用いて背筋力および背筋力発揮時・静止立位時の足底圧分布を計測した (Figure 1)。

なお、実験は裸足と 2 種類の足部アーチサポート形状の異なるインソール (AUTO インソール・DELTA インソール) で行い、純粋なインソールのみを検証するため、インソールは、挿入するためのシューズなしでも自立するように底面を平らな形状に加工した。

研究

前年度の成果 (研究 におけるインソールによる背筋力の有意な増加) を踏まえて、インソールによる介入によって特殊な肉体力労働 (自動販売機等への飲料商品の充填作業、以下ベンディング作業) に従事するグループの労働負荷を低減することで疲労感、慢性的な職業病及び身体の不調など改善に対する効果を検証した。

ベンディング作業に従事する成人従業員 (36 歳から 60 歳) から研究参加に任意で同意した 81 名を対象とし、介入群、介入群、対照群の 3 群に分けた。介入群 には足型の 3D 計測から対象者用に個別に制作したインソールを日常業務に使用する介入を、介入群 には機能的ウェア (既成品の伸縮素材を使用した機能性コンプレッションタイツ) を日常業務に使用する介入を、対照群には通常の業務の継続を 12 週間行った。

その効果を質問紙調査から、介入によって身体への負担度及び職業病の愁訴の変化を 10 段階のビジュアルアナログスケール (VAS) から、作業中の活動量の変化を上前腸骨棘付近に装着した活動量計から、日々の作業に伴う疲労度を握力と背筋力の作業前後の測定から評価を試みた。

4. 研究成果

研究

DELTA insole 条件において対象者は、グループ全体の平均として他の 2 条件と比較して有意

Table 1. Comparison of peak back strength (N) among barefoot and two commercial inserts underneath conditions.

Condition	mean (\pm SD)
Barefoot	1379.5 (226.4)
AUTO insole	1378.1 (220.9)
DELTA insole	1438.7 (240.8)

** : Significant difference after Bonferroni adjustment $p < 0.01$

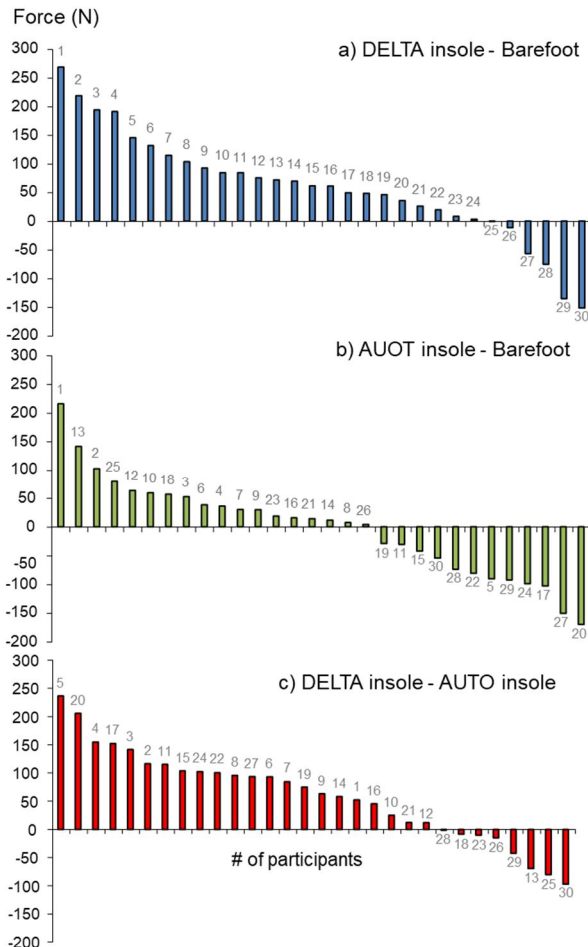


Figure 2. Individual responses of back-strength exertion in barefoot, AUOT insole and DELTA insole conditions.

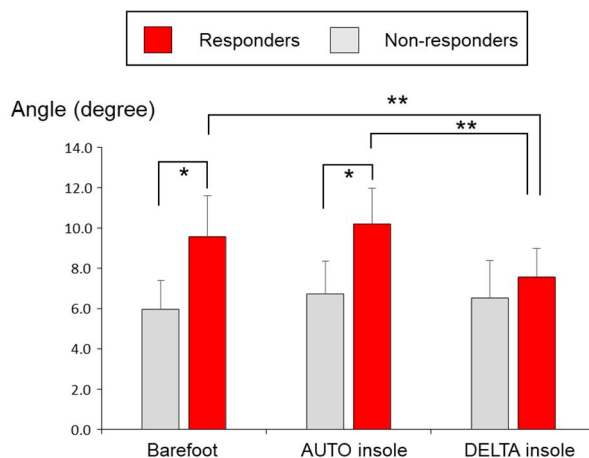


Figure 3. Comparisons of foot pronation angle while standing still among barefoot, AUTO insole and DELTA ins conditions between two subgroups and among three conditions.

に ($p < 0.01$) 高い最大背筋力値を示した (Table 1)。

個々の対象者の3条件に対する応答を詳細に記述するために Figure 2 に DELTA insole の裸足に対する効果 (上段青)、AUTO insole の裸足に対する効果 (中段緑)、AUTO insole に対する DELTA insole の効果 (下段赤) を示した。背筋力を示すバー上の数字は DELTA insole の裸足に対する効果の強さを基準に各対象者に割り振られたもので、中段、下段の図もその番号を維持したもとなっている。

DELTA insole の裸足に対する効果では、30 名中 22 名が正の効果、3 名が無視できる効果 ($\pm 10N$ 以内)、5 名が負の効果を示し、この傾向はグループ平均して有意な背筋力増加の傾向がみられた DELTA insole の AUTO insole に対する効果でもほぼ同様であった (正の効果 22 名、無視できる効果 2 名、負の効果 6 名)。しかしながら、個々の対象者の2種類のインソールに対する反応は一定ではなかった。

一方、グループ平均として有意な背筋力増加の傾向がみられなかった AUTO insole の裸足に対する効果では、30 名中 16 名が正の効果、2 名が無視できる効果 ($\pm 10N$ 以内)、12 名が負の効果を示した。

DELTA insole の裸足に対する効果の順番を基準に、上位 10 名をこのインソールに対する明確なレスポナー群、下位 10 名を非レスポナー群として抽出し、両群の静止立位時の足部内反角度を比較した (Figure 3)。レスポナー群は、非レスポナー群に比べて足部が有意に内反していることが明らかとなった。この足部内反角度の差は、AUTO insole 装着時には維持されたが、DELTA insole 装着時にはレスポナー群と非レスポナー群にみられた足部内反角度の違いは解消され、レスポナー群のみ裸足時と AUTO insole 装着時に対して小さな足部内反角度をしめた。この結果は、裸足時の足部の解剖学的なマルアライメントが DELTA insole の効果に対して大きく影響し、このマルアライメントが DELTA insole によって解消されることでより背筋力を発揮しやすい姿勢になるためではないかと考えられた。また、足部の解剖学的なマルアライメントを有さない場合、インソール装着による効果が表れないことが示唆された。

研究

ベンディング作業開始前後に測定された握力と背筋力は、作業前後で顕著な変化がみられず、ベンディング作業における疲労度は、このような最大筋力測定からは評価することが難しいことが考えられた。また、この結果から肉体労働に伴う身体への負担は、最大発揮筋力を低下させるほどの強度を持たないことが示唆された。

ひざを痛めていますか？の問い
介入前に“はい”と回答した方(6名:非介入群2名、介入群4名)

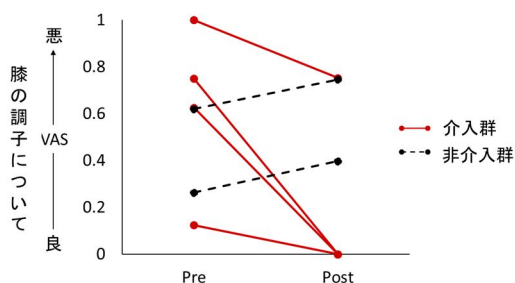


Figure 4. 介入前後の膝の調子に関するスコアの変化。

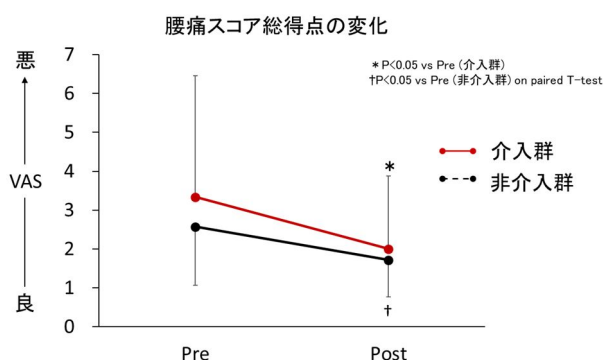


Figure 5. 介入前後の腰痛スコアの変化。

インソールによる12週間の介入の効果に関して、Figure 4に示したように、介入前に膝を痛めていた対象者は、全て介入後に膝の調子に関するスコアが改善する傾向が、非介入群においては同様に介入前に膝を痛めていた対象者のスコアが悪化する傾向がみられたが、対象者数が限られているため、全体的な介入の効果としては考えにくい結果となった。

また、Figure 5に示したように、腰痛スコアの総得点が介入後、有意な低下を示すことが明らかとなった。腰痛はベンディング従事者における最も多い身体的愁訴であるが、ここでは介入群のみならず非介入群(対照群)に関してもその理由は不明であるが、介入群と同様に腰痛スコアの総得点が介入後、有意な低下を示したことから、インソールの介入によるグループ全体への明確な効果は認められない結果となった。

まとめ

本研究で等尺性の最大背筋力発揮に対して明確な正の効果を示したインソールは、足部の内反などの下肢のマルアライメントを有する者に対して特に大きな効果が期待でき、逆にそれ以外の対象者には明確な効果が期待されないことが明らかと

なった。その一方で、労働負荷の軽減には、特殊な身体的愁訴を持つ個人には効果が期待できるものの、対象グループ全体に対しては、明確な効果が期待できないと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Arayama, M., Nunome, H. and Yoshida, W.	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of a comprehensive measurement system of shoe insoles on dynamic human action: a pilot study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The proceedings of 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports	6. 最初と最後の頁 550-553
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida, W., Nunome, H., Arayama, M. and Hashimoto, K.	4. 巻 1
2. 論文標題 Effect of shoe insoles on back strength	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The proceedings of 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports	6. 最初と最後の頁 273-276
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 吉田道、布目寛幸、荒山元秀、橋本賢太
2. 発表標題 インソール形状が背筋力に及ぼす影響について
3. 学会等名 第25回日本バイオメカニクス学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Arayama, M., Nunome, H. and Yoshida, W.
2. 発表標題 Development of a comprehensive measurement system of shoe insoles on dynamic human action: a pilot study
3. 学会等名 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshida, W., Nunome, H., Arayama, M. and Hashimoto, K.
2. 発表標題 Effect of shoe insoles on back strength
3. 学会等名 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関