

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：30121

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K14809

研究課題名（和文）足底感覚刺激と刺激部位の違いが高齢者の立位バランス能力と姿勢、筋活動に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effect of plantar sensory stimulation on standing balance ability, posture, and muscle activity in the elderly.

研究代表者

高田 雄一（Takata, Yuichi）

北海道文教大学・人間科学部・教授

研究者番号：20457732

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では転倒予防に繋がる立位バランス能力に着目し、足部形状が足底荷重量と荷重面積に与える影響について、足部形状を支え足底を刺激するインソールがバランス能力に与える影響について検討した。扁平足と健常足では足底荷重量が異なり、扁平足は健常足よりも母趾への荷重量が有意に大きく、荷重面積では扁平足は健常足に比べ、足部内側縦アーチ部で有意に大きいことが明らかとなった。インソールを装着すると足の内側縦アーチを支持し、着地動作を行う課題では、インソール装着時は膝関節外反を制動して膝関節を安定させることを報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果から、扁平足と健常足では荷重時に母趾と内側縦アーチ部に有意に高い値を示した。これにより足部形状が異なると荷重する部位に変化が起こり足底感覚閾値にも影響することが考えられる。インソールを用いることで扁平足の原因となる内側縦アーチを支持し、日常生活動作に関連する着地動作のような足底に荷重する場面では足部以外の関節の動きを安定させることが明らかとなった。足部形状を維持することで足底への荷重量を偏らせることなく、バランスの安定した状態を維持できることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on standing balance ability, which is a key to fall prevention, and examined the effects of foot shape on plantar load and load area, as well as the effects of insoles that support foot shape and stimulate the plantar surface on balance ability. The amount of plantar load was different between flat feet and normal feet. The amount of load on the big toe was significantly greater in flat feet than in normal feet, and the load area was significantly greater in the medial longitudinal arch of the foot in flat feet than in normal feet. We reported that the insole supported the medial longitudinal arch of the foot and stabilized the knee joint by braking the knee joint eversion when the insole was worn in the task of landing motion.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：インソール 足底荷重量 足底接地面積 扁平足 バランス能力 足部環境

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国では総人口が減少するなかで高齢化率は上昇し、65歳以上の高齢者人口は2015年には3,392万人となり、2042年に3,878万人でピークを迎えることが内閣府より報告されている。高齢者は増加し、それを支える若年層は減少することが予想され、高齢者は健康でQuality of Lifeを保ちつつ生活を送ることに加え、労働力として期待されている。

厚生労働省は、仕事での転倒が原因で4日以上仕事を休んだ人は25,878人(平成25年)で、休業4日以上の労働災害全体の22%を占め、平成20年(24,792人・19%)と比較して、人数、割合ともに拡大したことを報告している。また、高年齢労働者が転倒した場合には、休業日数が長くなる傾向が見られ、事業場における転倒災害防止対策の徹底が求められており「STOP! 転倒災害プロジェクト2015」を平成27年より開始している。

研究代表者らは若年者を対象に、インソールが平地立位時に重心動揺の中でも単位時間あたりの足圧中心移動量を示す総軌跡長を有意に減少させ、バランス能力を向上させ(Takata et al. J Phys Ther Sci. 2013)を報告した。足部形状の破綻、足底荷重量の偏移はバランス能力を低下させるが、足の機能にどのような影響があるかは明らかにされていない。また、インソールは足部形状を支持するだけでなく、足底に接することから足底を刺激しているが、立位以外の日常生活動作において、インソールがバランス能力改善に有効であるかは明らかとなっていない。

2. 研究の目的

足部形状の違いは、足底感覚にどのような影響を与えるのか、またインソールにより足底から支持することで、立位以外の動的な条件で、バランス能力を向上させることは可能か検証することを検証した。

3. 研究の方法

A. 足部形状の違いによる荷重時の足底圧と接触面積について

若年健常女性を対象として、内側縦アーチが低下した扁平足(21名)と足部のアーチが正常である健常足(21名)における歩行時の単位面積あたりの足底圧と足底接触面積を計測した。母趾(Toe 1: T1)、第2-5趾(Toe 2-5: T2-5)、第1中足骨(M1: Metatarsal)、第2中足骨(M2: Metatarsal)、第3中足骨(M3: Metatarsal 3)、第4中足骨(M4: Metatarsal 4)、第5中足骨(M5: Metatarsal 5)、中足部(MF: Midfoot)、踵内側部(HL: Heel Lateral)、踵外側部(HM: Heel Medial)の足底10区画を計測部位(Fig. 1)とした。統計処理には扁平足群と健常足群での各足底の足底圧と足底接触面積について対応のないt検定を用い、有意水準は5%とした。



Fig.1: 足底圧と足底接触面積の測定部位

B. インソールが荷重時の安定性へ与える影響について

若年健常女性13名を対象に、30cmの台の上から片脚踏切で正面にある床反力計に片脚で着地した時(Fig.2)の接地時の膝関節屈曲角度、外反角度、最大膝関節屈曲角度と最大膝関節屈曲時の膝関節外反角度、股関節屈曲角度、内転角度、足関節底屈角度、内反角度を計測した。介入条件はインソールの有無とし、計測機器は三次元動作解析装置(CORTEX, NAC社製、サンプリング周波数120Hz)、床反力計1枚(AMTI社製、サンプリング周波数1000Hz)を用いた。Helen Hayesモデルに準じて頭頂部、頭部前部、頭部後部、左右肩峰、右肩甲骨、左右肘頭、左右橈骨茎状突起、左右上前腸骨棘、左右大腿全面、左右大腿骨外側上顆、左右内側上顆、左右下腿前面、左右外果、左右内果、左右踵骨、左右第2中足骨、仙骨の29ヶ所に設定した。統計処理には対応のあるt検定を用い、有意水準は5%とした。

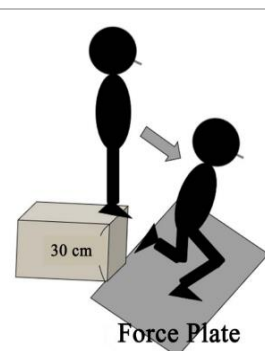


Fig.2: 片脚着地動作

4. 研究成果

A. 足部形状の違いによる荷重時の足底圧と接触面積について

足底圧ではToe1において、扁平足群では健常足群より有意に高い値を示した(Table1)。また足底接触面積では扁平足群では健常足群より足部内側縦アーチのある足部内側部で有意に大きかった(Table2)。

Table 1. 足底10区画での単位面積あたりの足底圧について

MaxP (N/cm ²)	FF Group	NF Group	p-value
Toe1	6.4 (1.6)*	5.3 (1.6)	0.036
Toe2-5	2.6 (0.1)	2.6 (1.2)	0.923
M1	6.8 (1.9)	6.6 (1.4)	0.705
M2	11.5 (2.1)	11.7 (2.1)	0.802
M3	13.1 (2.7)	12.3 (2.7)	0.362
M4	8.8 (2.0)	8.4 (1.8)	0.483
M5	4.4 (0.7)	4.8 (1.6)	0.283
Midfoot	5.2 (1.3)	4.4 (1.3)	0.094
Heel medial	10.5 (1.7)	10.3 (1.5)	0.685
Heel lateral	9.7 (1.9)	10.1 (1.5)	0.467

MaxP, maximum pressure; FF, flatfeet; NF, normal feet; M1, metatarsal 2; M2, metatarsal 2, M3, metatarsal 3; M4, metatarsal 4; M5, metatarsal 5.

CA (cm ²)	FF Group	NF Group	p-value
Toe1	14.8 (2.8)	15.1 (3.9)	0.785
Toe2-5	18.5 (5.3)	17.1 (4.0)	0.332
M1	14.5 (4.5)	13.8 (2.9)	0.554
M2	11.7 (2.6)	10.9 (1.7)	0.221
M3	9.3 (2.0)	9.7 (3.1)	0.614
M4	9.7 (2.3)	10.1 (2.8)	0.556
M5	13.5 (4.4)	11.5 (2.8)	0.092
Midfoot	49.6 (10.1)*	35.6 (12.7)	0.0003
Heel medial	16.2 (2.9)	16.2 (2.3)	0.956
Heel lateral	14.1 (3.5)	14.2 (1.58)	0.834

Values are expressed as means ± SD.

* p<0.05 (category).

CA, contact area; FF, flatfeet; NF, normal feet; SD, standard deviation; M1, metatarsal 2; M2, metatarsal 2, M3, metatarsal 3; M4, metatarsal 4; M5, metatarsal 5.

B. インソールが荷重時の安定性へ与える影響について

関節角度では介入前、介入後で膝関節最大屈曲角度、膝関節最大外反時屈曲角度、膝関節最大屈曲時足関節内反角度で有意差を認めた (Table.3)。

Table3.インソール介入前後での片脚着地動作時の股関節、膝関節、足関節角度について

Kinematic (degree)	pre intervention	post intervention
Knee joint valgus angle	-1.4 ± 4.1	-1.3 ± 4.1
Knee valgus angle at landing	2.7 ± 2.8	2.0 ± 3.2
Knee flexion angle during maximum valgus knee joint	30.2 ± 15.7	34.8 ± 19.3*
Maximum knee flexion angle	60.3 ± 5.7	62.9 ± 6.7*
Knee flexion angle at landing	19.9 ± 4.5	20.5 ± 4.9
Knee valgus angle at maximum knee flexion	4.9 ± 5.7	3.9 ± 6.1
Hip flexion angle at maximum knee flexion	42.5 ± 9.1	41.6 ± 8.8
Hip adduction angle at maximum knee flexion	-2.9 ± 5.9	-2.8 ± 5.2
Ankle dorsiflexion angle at maximum knee flexion	16.9 ± 2.9	16.7 ± 2.7
Ankle inversion angle at maximum knee flexion	-4.5 ± 2.3	-2.5 ± 3.8*

Knee joint and hip joint angle: + = flexion, - = extension, + = varus, - = valgus, + = abduction, - = adduction, ankle joint angle: + = dorsiflexion, - = plantarflexion, + = inversion, - = eversion, + = abduction (Data are expressed as mean ± standard deviation. *Significant effect, p < 0.05).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Takata Yuichi, Kawamura Ryoki, Matsuoka Shinji, Hashida Hiroshi, Asano Genta, Kimura Kazushi, Miyamoto Shigenori	4. 巻 36
2. 論文標題 Comparison of flatfeet and normal feet using data of the gait cycle, contact area, and foot pressure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Data in Brief	6. 最初と最後の頁 106990 ~ 106990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dib.2021.106990	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 Takata Yuichi, Sugimoto Mituru, Iwamoto Koji, Kitsunai Isamu, Sugiyama Kyoji, Kimura Kazushi	4. 巻 12
2. 論文標題 Medial Longitudinal Arch Pad Influences Landing Control of the Lower Limbs during Single-Leg Jump-Landing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health	6. 最初と最後の頁 1610 ~ 1619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/health.2020.1212117	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 Takata Yuichi, Iwamoto Koji, Oshiro Sadanori, Iijima Mitsuhiro	4. 巻 9
2. 論文標題 The Extension Rate of the Medial Collateral Ligament of the Knee Joint during the Valgus Stress Test: Two Case Reports	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Open Journal of Therapy and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/ojtr.2021.91001	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 Konno Kento, Takata Yuichi	4. 巻 35
2. 論文標題 Data on the physical function of children with cerebral malaria	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Data in Brief	6. 最初と最後の頁 106961 ~ 106961
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dib.2021.106961	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Tanabe Hirofumi、Kusano Akira、Tanabe Hiroshi、Morita Yoshifumi、Takata Yuichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Verification of the Effect of Improving Walking Ability on Hemiplegia by Using a Device for Reducing Muscle Tone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health	6. 最初と最後の頁 317 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/health.2020.124026	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Saito Yuki、Chikenji Takako S.、Takata Yuichi、Kamiya Tomoaki、Uchiyama Eiichi	4. 巻 20
2. 論文標題 Can an insole for obese individuals maintain the arch of the foot against repeated hyper loading?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Musculoskeletal Disorders	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12891-019-2819-2	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 Tanabe Hirofumi、Kusano Akira、Tanabe Hiroshi、Morita Yoshifumi、Takata Yuichi	4. 巻 12
2. 論文標題 Verification of the Effect of Improving Walking Ability on Hemiplegia by Using a Device for Reducing Muscle Tone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Health	6. 最初と最後の頁 317 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/health.2020.124026	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 Konno Kento、Chibwana Samuel、Takata Yuichi	4. 巻 31
2. 論文標題 Intensive physiotherapy with subsequent community-based rehabilitation: two cases of cerebral malaria in rural areas of Malawi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 112 ~ 115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.31.112	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 該当する

1. 著者名 Takata Yuichi, Fukaki Ryosuke, Matsuoka Shinji, Iwamoto Koji, Miyamoto Shigenori, Uchiyama Eiichi	4. 巻 33
2. 論文標題 Stabilization of postural sway on a sideward slope using cuboid support insoles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 517 ~ 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.33.517	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 KINOSHITA Kodai, KIMURA Kazushi, MIYAMOTO Shigenori, TAKATA Yuichi, KODAMA Yuji, IEIRI Akira, ISHIDA Kazuhiro, INOUE Masahiro, ABE Satomi, MIKAMI Takashi, KANNO Taiki	4. 巻 24
2. 論文標題 Relationship between Perceived Leg Length Discrepancy at One Month and Preoperative Hip Abductor Muscle Elasticity in Patients after Total Hip Arthroplasty	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Therapy Research	6. 最初と最後の頁 232 ~ 239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1298/ptr.E10102	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 Tanabe Hiroshi, Tanabe Hirofumi, Mikawa Toshimasa, Takata Yuichi	4. 巻 5
2. 論文標題 Investigating the Link between Irregular Muscle Tension and Bodily Fatigue among High-Speed String Instrument Musicians	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Journal of Medical and Clinical Sciences	6. 最初と最後の頁 1 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.33425/2832-4226/20009	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 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 朝野玄太、高田雄一、宮本重範、橋田浩、角瀬邦晃、内田淳
2. 発表標題 殿部痛と下肢の痺れに対して拡散型体外衝撃波療法と徒手理学療法を併用して改善が得られた一症例
3. 学会等名 第9回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 高田 雄一、渡部 俊弘	4. 発行年 2022年
2. 出版社 丸善プラネット	5. 総ページ数 196
3. 書名 理学療法博士が教える！ 人生100年・健康な生き方	

〔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
---------	---------