

表題：足底テーピングによる転倒予防の効果（案）

著者名：鈴木忠慶、山野学苑、山野医療専門学校

五十嵐由樹、山野学苑、山野医療専門学校

杉崎哲朗、山野学苑、山野医療専門学校

要旨：

【目的】現在老年人口増加に伴い転倒件数の総数も上昇傾向にある。特に認知症高齢者の転倒予防対策は、日本における健康問題といえる。転倒・墜落は、骨折・脱臼における発生機序であると共に、今後の高齢社会を鑑みても柔道整復師の施術および機能訓練法として、転倒予防に向けた取り組みが必要である。そこで外傷等に広く用いられるホワイトテープに着目した。独自に考案した足底テーピング固定法が、静的重心動揺抑制および、動的姿勢制御能力の向上から、転倒予防についての効果を明らかにすることを目的とする。

【方法】健常成人 30 名、年齢 26.8 ± 6.7 歳（男性 18 名, 女性 12 名）を対象に、素足と、インソール（トリムブラック）装着時、および足底テーピングによる固定時の測定を、同対象者に行い転倒予防の効果について 3 群間による横断研究を行った。測定項目は立位安定性として Functional Reach Test（以下;FRT）、重心動揺計 GS-30（アニマ株式会社）の測定、動的安定能力としてディジョックボード・プラス（酒井医療）を測定した。分析方法は統計パッケージソフト SPSS Statistics 2.1 を使用した。3 群間の比較は 1 要因被験者内分散分析（対応あり）による検定を行い、危険率 5%未満で有意差ありとした。

【結果】3 群間の比較からテーピング固定時の FRT、重心動揺計における重心動揺総軌跡長、外周面積などの有意な減少から、静的重心動揺抑制効果がみられた。さらにディジョックボード・プラスによる総角度変動指数、単位時間変動指数などの有意な減少から、動的姿勢制御能力の向上効果が示された。

【結論】ホワイトテープによる固定法が、静的重心動揺抑制および、動的姿勢制御能力の向上による転倒予防効果が認められた。

キーワード：転倒予防 バランス 重心動揺 足底テープ 固定法

緒言：

現在わが国では、高齢者増加に伴い転倒件数の総数も上昇傾向¹⁾にある。柔道整復師の業務において柔道整復学理論編で示される通り高齢者骨折の発生機序は転倒または墜落²⁾によるものとされている。

以上のことから地域医療・介護事業を担う柔道整復師として転倒予防について研究し、高齢者社会に対応した機能訓練指導について柔道整復師の独自性及び学校教育をする必要がある。

高齢者の転倒予防効果について様々な運動療法がおこなわれている³⁾⁻⁵⁾が、転倒予防運動法には運動実施中に転倒するというリスクがある。さらに運動による転倒リスクの改善がみられるまでにある程度の期間と人員、安全管理が必要となることがあげられる。

そこで、より簡便な転倒予防法として広く足部の外傷及び、スポーツ等で用いられる、足底テーピングによる足部の固定力に着目した。足部の安定力が立位バランス能力に寄与し、即時的な転倒予防効果が期待できるものと考えたが、テーピングによる転倒予防の研究については未だ十分でない。そこで今回、青年期健常者を対象に、転倒リスクと重心動揺計を用いて足底テーピングの効果について検討する。さらに足底板との比較を行い、物理的な足部への装具（足底板）とテーピングによる手技の効果についても比較する。これにより、柔道整復師の固定法による効果から、転倒予防に寄与し、柔道整復師が行う独自の転倒予防法の構築について寄与する意義がある。

方法：

対象者は健常成人 30 名、年齢 26.8 ± 6.7 歳（男性 18 名、女性 12 名）を対象に、同対象者に 3 度測定を行った。測定では①素足と、②インソール SUPER feet トリムブラック（以下；インソール、株式会社インパクトトレーディング）装着時、および③足底テーピング（以下；足底テープ）による固定時の測定を行い 3 群間による群間比較を行った（図 1）。

足底テーピング群についてはテーピング固定着前と固定後の前後比較を行った。また今回使用する足底テーピング固定法については、先行研究⁶⁾⁻¹⁰⁾より研究代表者が開発した方法を使用した（図 2, 3, 4, 5）。

測定項目は 1) 立位バランス能力として Functional Reach Test（以下；FRT）、2) 静止立位による重心安定要素については重心動揺計 GS-30（アニマ株式会社）により 30 秒間立位による開閉眼時の総軌跡長、単位面積軌跡長、矩形面積、外周面積について計測を行った。さらに動的重心安定要素としてディジョックボード Ver3.0（酒井医療株式会社）により総角度変動指数、単位時間変動指数について検討を行った。測定方法及び測定に使用した数値

については表 1 に示した。

分析方法として 3 群間の比較では 1 要因被験者内分散分析（対応あり）による検定を行った。また素足群、インソール群、足底テープ群でのいずれかの 2 群間比較については、それぞれ対応のある t-検定を使用した。なお t-分布の正規性が認められない場合はノンパラメトリック法を用いた。いずれの検定においても SPSS Statistics2.1 を用いて、危険率 5%未満を有意差ありとした。また倫理的配慮として、対象者には研究趣旨、個人情報取り扱いについて説明し、対象者の同意、理解を得た上で測定参加について同意書にサインを得た。また本研究は山野学苑 山野医療専門学校倫理審査委員会で承認を得た。

結果：

1) バランス能力についての 3 群間比較(表 2)

FRTによる 3 群間比較では、素足群 39.9 ± 7.0 cm、インソール群 39.6 ± 6.0 cm、足底テープ群 42.5 ± 6.2 cm ($P=0.05$) で 3 群間中、足底テープ群が長く、各群間での比較では、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.01$) が有意に FRT の距離が長かった。

2) 静止立位による重心安定要素についての 3 群間比較

2)-1 開眼立位 30 秒での 3 群間比較(表 2)

総軌跡長では素足群 43.5 ± 9.2 cm、インソール群 41.9 ± 8.5 cm、足底テープ群 34.8 ± 9.0 cm ($P=0.001$) で、3 群間中、足底テープ群の距離が短かった。各群間での比較では、素足群よりも足底テープ群 ($P=0.001$)、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.001$) で、3 群間中、足底テープ群がその他の 2 群間よりも有意に総軌跡長の距離が短くなった。

単位面積軌跡長では素足群 2.2 ± 0.9 cm²、インソール群 2.3 ± 1.0 cm²、足底テープ群 1.6 ± 0.7 cm² ($P=0.001$) で 3 群間中、足底テープ群の面積が狭小となった。各群間での比較では、素足群よりも足底テープ群 ($P=0.01$) の面積が有意に狭小だった。

矩形面積では素足群 5.7 ± 2.6 cm²、インソール群 6.0 ± 2.8 cm²、足底テープ群 4.4 ± 2.1 cm² ($P=0.01$) で 3 群間中、足底テープ群の面積が狭小となった。各群間での比較では、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.05$) が有意に面積の狭小化がみられた。

外周面積による 3 群間比較では素足群 1.5 ± 0.8 cm²、インソール群 1.7 ± 0.9 cm²、足底テープ群 1.2 ± 0.6 cm² ($P=0.01$) で 3 群間中、足底テープ

群の面積が狭小となった。足底テープ群において、各群間での比較では、素足群よりも足底テープ群 ($P=0.05$)、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.05$) で足底テープ群がその他の 2 群間よりも有意に面積の狭小化がみられた。

2)-1 閉眼立位 30 秒での 3 群間比較(表 2)

総軌跡長では素足群 53.3 ± 19.4 cm、インソール群 55.4 ± 16.2 cm、足底テープ群 46.7 ± 13.9 cm($P=0.05$)で、3 群間中、足底テープ群の距離が短かった。各群間での比較では、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.01$) で、3 群間中、足底テープ群が有意に総軌跡長の距離が短くなった。

単位面積軌跡長、矩形面積、外周面積による 3 群間比較による差は見られなかった。

3) 動的重心安定要素(表 2)

総角度変動指数による 3 群間比較では素足群 488.1 ± 164.1 、インソール群 458.3 ± 133.5 、足底テープ群 414.7 ± 122.4 ($P=0.01$)で 3 群間中、足底テープ群の数値が低値となった。各群間での比較では、素足群よりも足底テープ群 ($P=0.01$)、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.05$)で、3 群間中、足底テープ群がその他の 2 群間よりも有意に低値だった。

単位時間変動指数による 3 群間比較では素足群 162.7 ± 54.7 、インソール群 152.8 ± 44.5 、足底テープ群 138.1 ± 40.8 ($P=0.01$)で 3 群間中、足底テープ群の数値が低値となった。各群間での比較では、インソール群よりも足底テープ群 ($P=0.05$)で、3 群間中、足底テープ群が有意に低値だった。全方向安定指数、左右安定指数、前後安定指数、全方向平均変位、左右平均変位、前後平均変位、全方向角度変動域、左右角度変動域、前後角度変動域について 3 群間比較による差は見られなかった。

考察：

1) バランス能力から

Functional reach test は高齢者のバランス能力をスクリーニングするために開発された評価法¹¹⁾であり、現在までに立位バランスへの相関¹²⁾等がみられている。今回の測定結果から、足底テープ群 FRT において距離が長かった。ことから、立位バランス能力の向上が示唆される。

2) 静止立位による重心安定要素についての3群間比較から

開眼立位での3群間比較から足底テープ群の総軌跡長は、その他の2群間よりも短距離であったことから、静的重心動揺の抑制効果が認められた。単位面積軌跡長、矩形面積、外周面積の狭小化による効果(表2)などからも、転倒予防に関わる動揺面積の安定感が高いことが示された。

開眼立位での総軌跡長の測定でも、動揺に総軌跡長において足底テープ群が、その他の2群間に比べ距離が短かったが、各群間での比較では、単位面積軌跡長、矩形面積、外周面積による3群間比較による差は見られなかった。

足底テープの開眼時での静的バランス効果は認められるが、視力の修正のない状態、または環境等による暗所等での効果については今後検討が必要となる。

また、有意差の出ている静止立位による重心安定要素から、個人格差の生じやすいため、開閉眼での総軌跡長について、中央値による比較も行った(図5,6)。

開眼時での中央値は、素足群では51.4cm、インソール群では52.1cm、足底テープ群では35.4cmとなり足底テープ群での距離が最少となった(図5)。また閉眼時での中央値でも、素足群では44.6cm、インソール群では40.5cm、足底テープ群では35.4cmとなり足底テープ群が短かった(図6)。以上のことから平均値の分析結果と合わせて静止立位面での重心安定効果が伺えた。

3) 動的重心安定要素についての3群間比較から(表2)

総角度変動指数、単位時間変動指数ともに、変動指数が足底テープで最も低かった。テープによる立位動揺安定面での動的安定能力について向上が示唆される。両指数についても個人格差の生じやすいため中央値による比較も行った(図7,8)。

総角度変動指数での中央値は、素足群では465.0、インソール群では466.4、足底テープ群では393.3となり、足底テープ群での距離が最少となった(図7)。また単位時間変動指数での中央値でも、素足群では155.0、インソール群では155.5、足底テープ群では131.1となり足底テープ群が短かった(図8)。以上のことから平均値の分析結果と合わせて静止立位面での重心安定効果が伺えた。

結論：

3群間の比較から立位バランスとしてのFRT距離の減少、静止立位時の重心動揺総軌跡長、単位面積軌跡長、矩形面積、外周面積からみた静止時重心の安定、さらに総角度変動指数、単位時間変動指数による動的安定から、足底テーピング固定法による転倒予防効果がみられた。

引用文献：

- 1) 田口孝行, 廣瀬圭子, 池田誠：高齢者の転倒の環境因子に対するこの10年の取り組みと今後の課題. 理学療法. 27(5):660-669, 2010
- 2) 社団法人 全国柔道整復学校協会・教科書委員会編集, 柔道整復学理論編, 南江堂, 東京, 2010. p41, p161, p195, p232, p325.
- 2) Guideline for the prevention of falls in older persons: American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Journal of the American Medical Association. 49(5):664-672. 2001
- 3) Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: "It's always a trade-off". the American Medical Association. 303(3):258-266. 2010
- 4) 福島斉, 佐藤和強, 荻田達郎, 伊賀徹, 近藤泰児, 岡崎裕司: 高齢者大腿骨近位部骨折患者の転倒原因調査-内因要因と外因要因に注目して. 整形外科. 63(10):1021-1026. 2012
- 6) 加辺憲人, 黒沢和生, 西田雄介ら: 足指が動的制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学. 17(3):199-204. 2002
- 7) 小林寛和, 宮下浩二, 藤堂庫治: スポーツ動作と安定性-外傷発生に関するスポーツ動作の特徴から-関西理学療法学会. 3:49-57. 2003
- 8) 塩田琴美, 細田昌考, 高梨晃ら: 筋力とバランス能力の関連について. 理学療法科学. 23(6):817-821. 2008
- 9) 長谷川正哉, 島谷康司, 金井秀作ら: 静止立位時の足趾接地状態が歩行に与える影響. 理学療法科学 25(3):437-441. 2010
- 10) 宮島恵樹, 松田雅弘, 高梨晃ら: モノフィラメント圧痛計による若年者測定感覚足定の性と部位による差の検討 理学療法科学. 27(2):161-164. 2012
- 11) Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach-predictive validity in a sample of elderly male veterans. J

Gerontol47(3): 93-98. 1992.

- 12) 政所 和也, 村田 伸, 宮崎 純弥ら: 地域在住男性高齢者のブリッジ力と立位バランスならびに筋力との関連. 理学療法科学 29(3):405-409. 2014

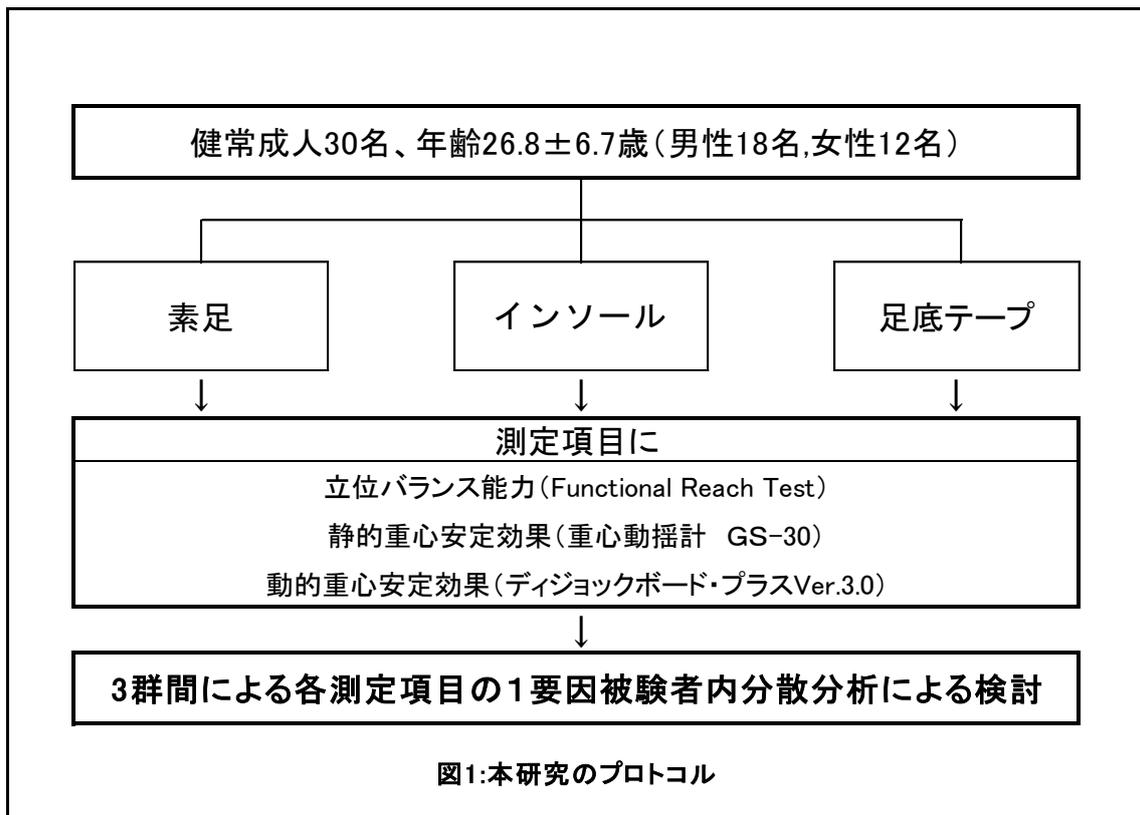




図 2: 足底テープ外側面



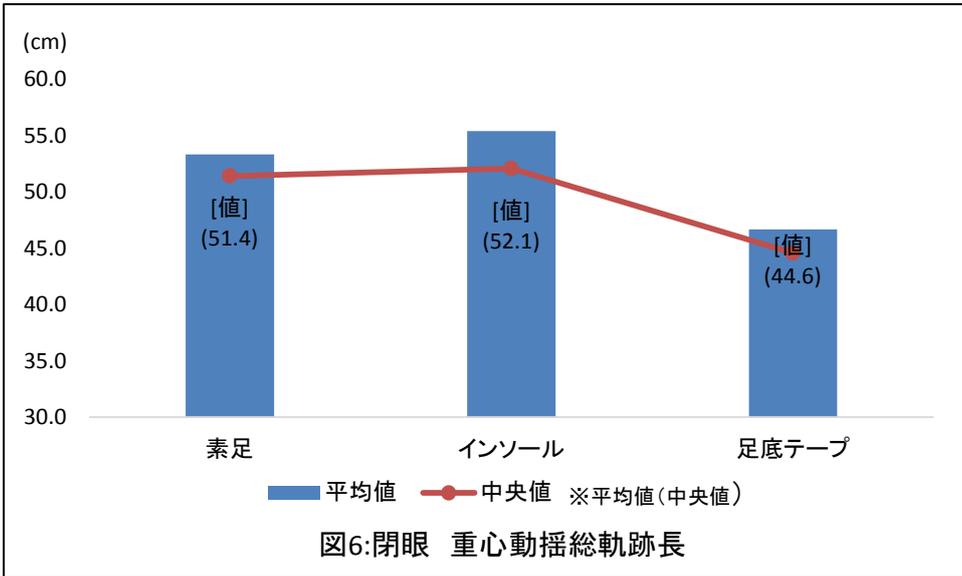
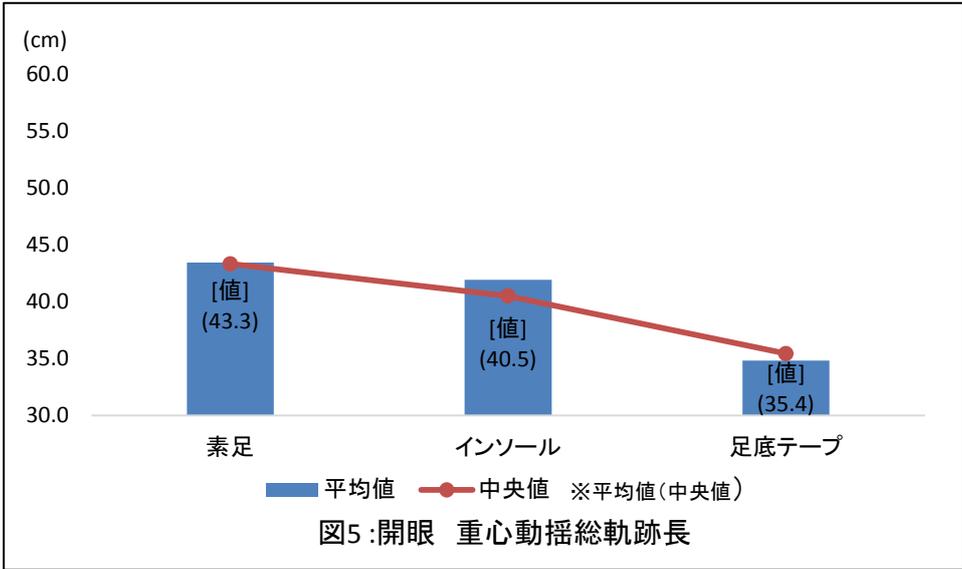
図 3: 足底テープ内側面



図 3：足底テープ足底面



図 4：足底テープ背側面



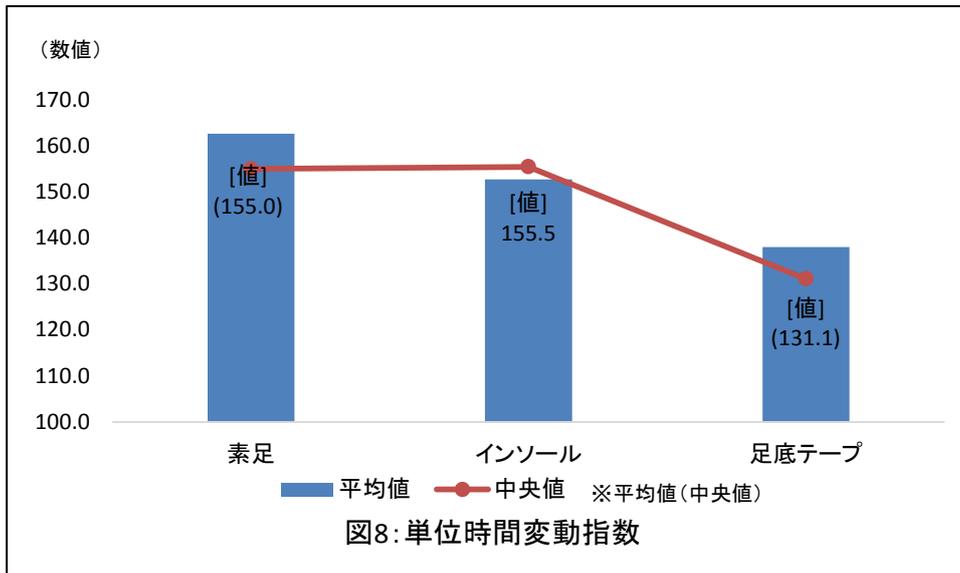
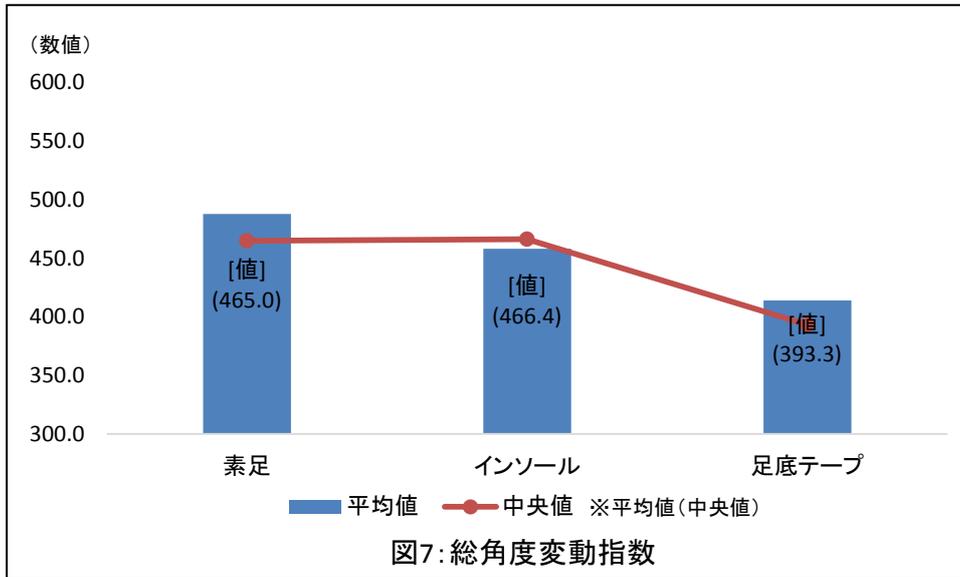


表1:評価方法

測定	調査	項目	統計に使用した数値 (良好な変化)
立位バランス	Functional Reach Test	(cm)	2度測定した最大値(↓)
静止時の重心安定要素 重心動揺計 GS-30	開眼時 総軌跡長	(cm ²)	最小値(↓)
	開眼時 単位面積軌跡長	(cm ²)	
	開眼時 矩形面積	(cm ²)	
	開眼時 外周面積	(cm ²)	
	閉眼時 総軌跡長	(cm)	
	閉眼時 単位面積軌跡長	(cm ²)	
	閉眼時 矩形面積	(cm ²)	
	閉眼時 外周面積	(cm ²)	
動的安定能力 ディジョックボード・プラス Ver. 3.0	全方向安定指数		最小値(↓)
	左右安定指数		
	前後安定指数		
	全方向平均変位		
	左右平均変位		
	前後平均変位	指数	
	全方向角度変動域		
	左右角度変動域		
	前後角度変動域		
	総角度変動指数		
	単位時間変動指数		

表2: 各項目の分散分析と多重比較の結果

項目	素足	インソール	足底テープ	分散分析	多重比較
立位バランス					
Functional Reach Test (cm)	39.9±7.0	39.6±6.0	42.5±6.2	*	インソール<足底テープ
静止時の重心安定要素					
開眼時 総軌跡長 (cm)	43.5±9.2	41.9±8.5	34.8±9.0	***	素足<足底テープ,インソール<足底テープ
開眼時 単位面積軌跡長 (cm ²)	2.2±0.9	2.3±1.0	1.6±0.7	***	素足<足底テープ,インソール<足底テープ
開眼時 矩形面積 (cm ²)	5.7±2.6	6.0±2.8	4.4±2.1	**	インソール<足底テープ
開眼時 外周面積 (cm ²)	1.5±0.8	1.7±0.9	1.2±0.6	*	インソール<足底テープ
閉眼時 総軌跡長 (cm)	53.3±19.4	55.4±16.2	46.7±13.9	*	インソール<足底テープ
閉眼時 単位面積軌跡長 (cm ²)	2.7±1.3	2.9±1.4	2.5±1.3	n.s.	—
閉眼時 矩形面積 (cm ²)	7.6±4.2	7.9±5.5	6.5±3.5	n.s.	—
閉眼時 外周面積 (cm ²)	1.8±0.8	1.8±0.9	1.7±1.2	n.s.	—
動的安定能力					
全方向安定指数	5.3±1.2	5.1±1.1	4.9±1.0	n.s.	—
左右安定指数	3.2±0.7	3.1±0.6	3.0±0.8	n.s.	—
前後安定指数	4.2±1.0	3.9±1.0	3.7±0.9	n.s.	—
全方向平均変位	4.7±1.1	4.4±1.0	4.2±0.9	n.s.	—
左右平均変位	0.6±0.8	0.5±1.0	0.5±0.9	n.s.	—
前後平均変位	0.7±1.7	0.1±1.6	0.3±1.6	n.s.	—
全方向角度変動域	4.4±1.1	4.1±0.9	3.9±0.9	n.s.	—
左右角度変動域	2.5±0.6	2.4±0.5	2.3±0.7	n.s.	—
前後角度変動域	3.0±0.8	2.8±0.8	2.6±0.6	n.s.	—
総角度変動指数	488.1±164.1	458.3±133.5	414.7±122.4	**	素足<足底テープ,インソール<足底テープ
単位時間変動指数	162.7±54.7	152.8±44.5	138.1±40.8	**	素足<足底テープ,インソール<足底テープ

**p<0.0001 *p<0.01 †p<0.05 <> p<0.05