

原著論文

円皮鍼刺激が片脚立位の重心動揺に及ぼす影響

～下腿部と体幹部との比較～

藤 本 英 樹¹⁾ 高 橋 康 輝^{2, 3)}
 木 村 友 昭^{1, 3)} 坂 井 友 実^{1, 3)}

Effect of a round head subcutaneous needle on body sway after single leg standing

- Comparison between the human trunk and leg -

Hideki FUJIMOTO¹⁾, Kouki TAKAHASHI^{2, 3)}, Tomoaki KIMURA^{1, 3)}, Tomomi SAKAI^{1, 3)}¹⁾ Tokyo Ariake University of Medical and Health Sciences Department Acupuncture and Moxibustion²⁾ Tokyo Ariake University of Medical and Health Sciences Department Judo Therapy³⁾ Graduate School of Tokyo Ariake University of Medical and Health Sciences

Abstract : Objective : The objective of this study was to compare the capability of the body to sway after single-leg standing following either round head subcutaneous needle therapy of the trunk and the leg.

Methods : Seven healthy subjects (mean age, 25.1 ± 6.9 yr) were enrolled in a crossover design study that included application of a round head subcutaneous needle on either the trunk (trunk group), or leg (leg group), plus a control group. An interval of at least one week was used between each measurement. The subjects were asked to perform single leg standing on a force plate (DHK Co., Ltd., Japan). Body sway was measured for 30 seconds after landing. The following six items were measured : area of body sway, rectangular area, effective value area, total length of body sway, unit trace length, and unit area trace length. The round head subcutaneous needle used was the PYONEX (0.6 mm length of acupuncture ; SEIRIN, Japan) and was applied to 6 acupuncture points : BL 23, SP 14, and GB 28 of both sides (trunk group) and 5 acupuncture points : ST 36, GB 39, BL 57, BL 58, and GB 34 (leg group). A Steel-Dwass test was used for statistical analysis of the data.

Results : Of the measurements for body sway, the total length of body sway was 689.39 ± 155.29 cm and 734.55 ± 150.17 cm in the leg and control groups, respectively. The leg group value was significantly lower ($p < 0.05$). The unit trace length was 22.97 ± 0.85 cm/sec in the leg group and 24.50 ± 0.36 cm/sec in the control group, with this difference being significantly different ($p < 0.05$). There was no significant difference between the three groups for area of body sway, rectangular area, and effective value area.

Discussion and Conclusion : These results suggest that a round head subcutaneous needle may influence body sway after single-leg standing. Round head subcutaneous needle therapy appears to have more influence on the human leg than on the human trunk.

key words : Acupuncture, Round Head Subcutaneous Needle, Body Sway

要旨 : 【目的】本研究の目的は、下腿部及び体幹部への円皮鍼が片脚立位における重心動揺に及ぼす影響を検討することである。【方法】被験者は、健康成人7名(平均 25.1 ± 6.9 歳、男性4名、女性3名)とした。研究のデザインは、円皮鍼を貼付しない条件(以下、コントロール条件)と測定前に下腿部に円皮鍼を貼付する条件(以下、下腿部刺激条件)及び体幹部に円皮鍼を貼付する条件(以下、体幹部刺激条件)の3条件を設定し、同一被験者が1週間以上の間隔を空け、3回の条件に参加するクロスオーバー法とした。片脚立位による重心動揺

¹⁾ 東京有明医療大学保健医療学部鍼灸学科 E-mail address : fujimoto@tau.ac.jp

²⁾ 東京有明医療大学保健医療学部柔道整復学科

³⁾ 東京有明医療大学大学院保健医療学研究科

はフォースプレートを用い、30秒間を評価した。評価項目は、外周面積、矩形面積、実効値面積、総軌跡長、単位軌跡長、単位面積軌跡長の計6項目とした。円皮鍼は、下腿部刺激条件で被験側の長・短腓骨筋、前脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋、体幹部刺激条件では、左右の内外腹斜筋、脊柱起立筋に貼付した。【結果】総軌跡長はコントロール条件で 734.55 ± 150.17 (cm)、下腿部刺激条件で 689.39 ± 155.29 (cm)であり、下腿部刺激条件で有意に低値を示した ($p < 0.05$)。単位軌跡長は、コントロール条件で 24.50 ± 0.36 (cm/sec)、下腿部刺激条件で 22.97 ± 0.85 (cm/sec)であり、下腿部刺激条件で有意に低値を示した ($p < 0.05$)。【考察・結語】体幹部より下腿部への円皮鍼刺激が重心動揺に影響を与える可能性が示唆された。

キーワード：鍼、円皮鍼、重心動揺

I. 緒 言

我が国の高齢者の全人口に占める割合は、2015年で26.7%であり、そのうち75歳以上が12.9%を占めている。特に80歳以上の人口に至っては、1000万人を超えるとされる。2025年には、65歳以上の人口が30.3%となることが予測されている¹⁾。また、要介護認定者も増加しており、高齢者であっても自立した生活の維持が求められている。このため、厚生労働省では、2025年を目処に地域の包括的支援・サービス提供体制（地域包括ケアシステム）の構築を推進している²⁾。しかし、自立した生活を送っている健康な高齢者でも突然、要介護に陥ることがあり、その要因に転倒・骨折がある。高齢者の転倒による骨折は、加齢とともに増加する。また、骨折を生じない場合でも転倒経験は、再転倒への不安から外出が少なくなるなど身体活動が減少し、要介護に進行する可能性がある。そのため、転倒を予防することは高齢者の自立した生活を維持する意味でも極めて重要である。

転倒および転倒不安と関連する予測因子として、バランス能力の低下が挙げられる。要介護の身体的要因に着目した疫学研究によればバランス能力の低下は、第2位に位置し、相対的な危険率は2.6～2.9倍、再転倒の危険率は5.0倍に増大することが報告されている^{3, 4)}。こうしたことから、バランス能力と転倒および転倒不安との関連性は強い。バランス能力を評価する指標の1つに、重心動揺の測定がある。重心動揺は、足圧中心の移動を記録する方法である。加齢による重心動揺の低下は、転倒及び転倒不安と関連するといった報告もなされている。また、再転倒と関連する予測因子のうち、重心動揺が3.9倍と最も重要な因子であると報告されている⁵⁾。

このような背景を踏まえ我々は、はり師・きゅう師が東洋医学的なアプローチにより転倒予防に関わっていく必要があると考えている。鍼灸治療を受療する年代で圧倒的に多いのは高齢者であり、はり師・きゅう師は、地域の中で身近に接点がある存在だからである。本研究では鍼灸治療の中でも、円皮鍼に着目した。円皮鍼は、シールのついた鍼（鍼体長0.6から0.9mm程度）であり、皮膚に貼付したまま日常生活や運動を行うことが可能で、スポーツ選手も利用しているほど、一般的に広まってきて

いる。円皮鍼を用いた研究では、筋疲労や遅発性筋痛に対するアプローチがなされており、研究デザインでは、ランダム化比較試験といった質の高い研究も行われている^{6, 7)}。しかし、これまで円皮鍼が転倒予防に寄与するかについての観点から研究はなされていない。また、その基礎研究として、バランス能力や重心動揺に及ぼす円皮鍼の効果についても検討されていない。そこで、本研究は、下腿部と体幹部への円皮鍼が重心動揺に及ぼす影響について比較検討することを目的とした。

II. 方 法

1. 対象

研究の対象は、健康成人7名（ 25.1 ± 6.9 歳、身長 165.8 ± 8.4 、男性4名、女性3名、平均±標準偏差）を被験者とした。なお、全被験者の既往歴として、下腿部、足関節、脊柱に手術歴等はなかった。また、測定時に身体に痛みを自覚している被験者はいなかった。本研究は、東京有明医療大学倫理審査委員会の承認（承認番号、有明医療大倫理承認第151号）を受け、すべての被験者には、研究の主旨と内容、予測される危険性と被験者の自由意志にて研究から随時離脱できる旨等について十分に説明し、同意を得たのち、研究を開始した。

2. 研究デザイン

研究のデザインは、同一被験者が3回の実験に参加する、クロスオーバー法を用いた。各条件の設定として、円皮鍼を貼付しない実験（以下、コントロール条件）、下腿部に円皮鍼を貼付する実験（以下、下腿部刺激条件）、体幹部に円皮鍼を貼付する実験（以下、体幹部刺激条件）の3回の実験を行った。3回の実験は、順番による効果が生じないように乱数表を用いて、被験者をランダムに各実験に割り付け実施した。各条件の間隔は7日間以上空けて行なった。測定前日および当日には激しい運動を控えるように指示した。

3. 重心動揺の測定

重心動揺の測定は、フォースプレート（アンプ内臓型フォースプレート 9286BA, DKH 社製）を用い、片脚立

位により評価した。被験者は、左右の片脚立位の姿勢をとり、保持しにくい方の脚を選んでもらい被験脚とした。なお、測定する脚は、初回測定時に選定し、3条件で同じ脚を用いた。測定姿勢（図1）は、両腕を胸の前に組み、被験側でない方の脚は、膝を屈曲させ45秒間保持するように指示した。最初の15秒間は、姿勢を安定させるまでの時間とし、その後30秒間の解析を行った（図2）。測定中の被験者には、5 m先の目標物を見るように指示をした。測定は、合計5回行い、最大値と最小値を除外した3回の平均を算出した数値を測定値とした。各測定間の休息は1～2分程度とした。重心動揺の評価項目は、外周面積（ cm^2 ）、矩形面積（ cm^2 ）、実行値面積（ cm^2 ）、総軌跡長（cm）、単位軌跡長（ cm/sec ）、単位面積軌跡



図1 重心動揺の測定姿勢
両腕を胸の前に組み、被験側でない方の脚は、膝を屈曲させ保持するように指示した。測定中の被験者には、5 m先の目標物を見るように指示をした。

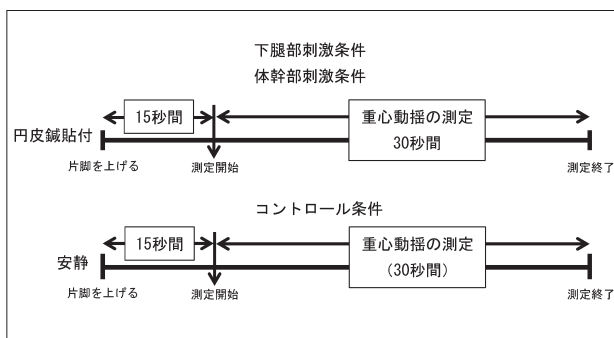


図2 重心動揺の測定方法
円皮鍼は、測定の直前に貼付した。測定開始から15秒間は、姿勢を安定させるまでの時間とし、その後30秒間の解析を行った。

長（ $1/\text{cm}$ ）の計6項目を測定した。

4. 円皮鍼の貼付部位

円皮鍼は、パイオネックス（鍼体長：0.6mm、直径0.2mm、セイリン社製）を用いた（図3）。下腿部刺激条件では、片脚立位保持を行う被験脚の陽陵泉（ようりょうせん）穴（長腓骨筋）、懸鐘（けんしょう）穴（短腓骨筋）、足三里（あしさんり）穴（前脛骨筋）、承山（しょうざん）穴（腓腹筋）、飛陽（ひよう）穴（ヒラメ筋）の

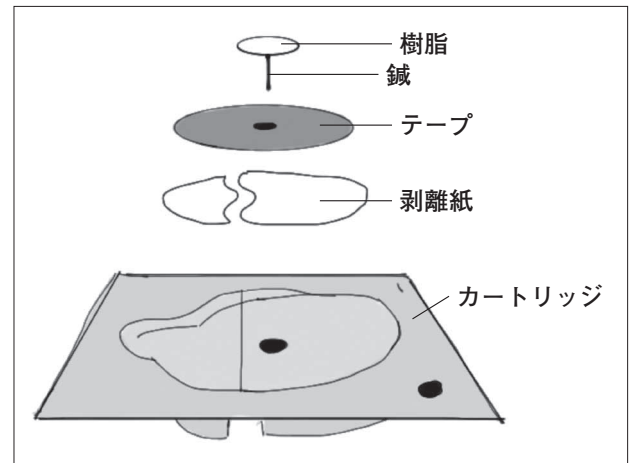


図3 円皮鍼
シールの部分と0.6mmの鍼があり、皮膚に貼付した状態で、日常生活や運動を行うことができる。本研究では、パイオネックス（鍼体長：0.6mm、直径0.2mm、セイリン社製）を用いた。

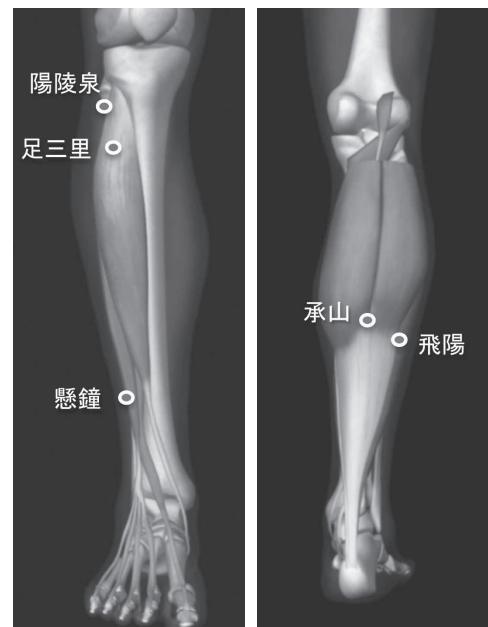


図4 下腿部への円皮鍼貼付部位
片脚立位保持を行う被験脚の陽陵泉（ようりょうせん）穴（長腓骨筋）、懸鐘（けんしょう）穴（短腓骨筋）、足三里（あしさんり）穴（前脛骨筋）、承山（しょうざん）穴（腓腹筋）、飛陽（ひよう）穴（ヒラメ筋）の合計5カ所に貼付した。

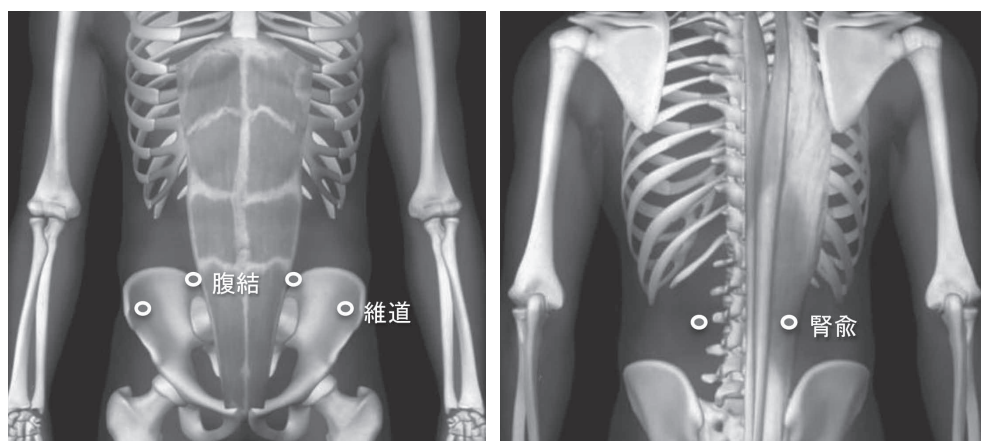


図5 体幹部への円皮鍼貼付部位
体幹部刺激条件では、左右の腹結（ふくけつ）穴（内・外腹斜筋）、維道（いどう）穴（内・外腹斜筋）、腎俞（じんゆ）穴（脊柱起立筋）の合計6カ所に貼付した。

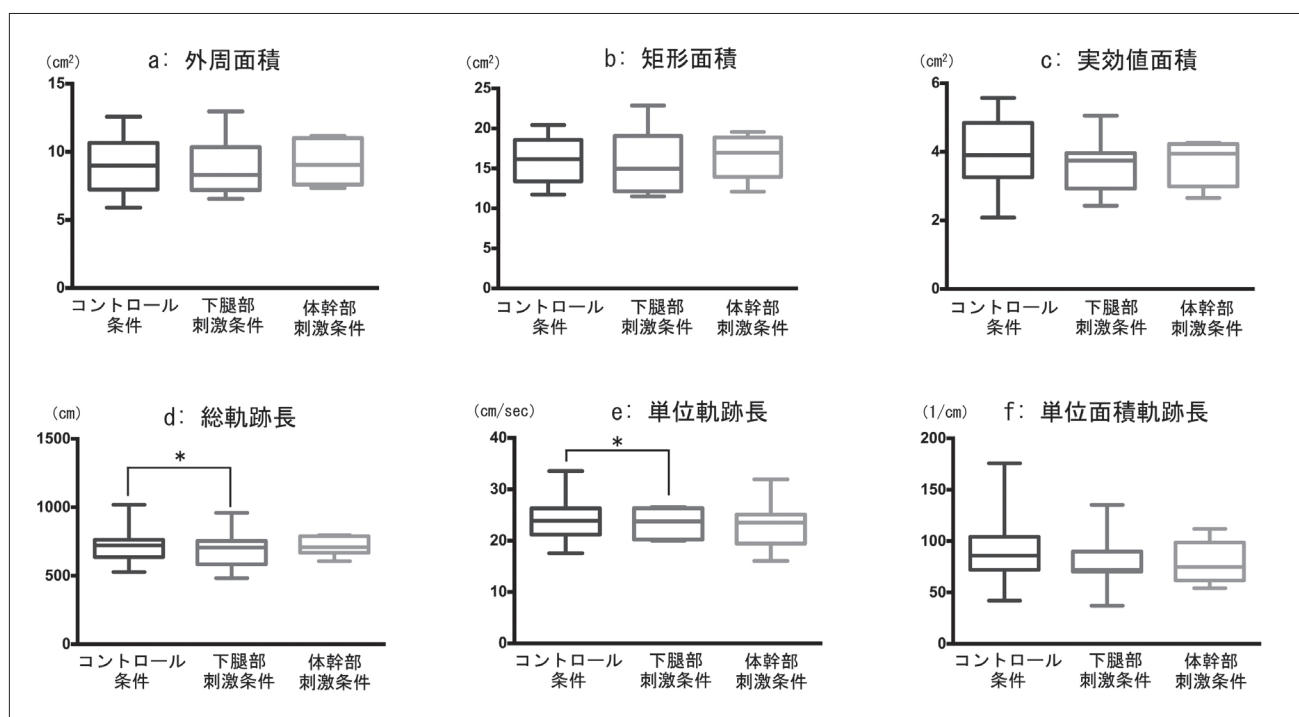


図6 重心動揺の各測定項目
a：外周面積，b：矩形面積，c：実効値面積，d：総軌跡長，e：単位軌跡長，f：単位面積軌跡長の結果を示す。下腿部刺激条件は、コントロール条件と比較し、総軌跡長、単位軌跡長において有意に低い値を示した（ $p<0.05$ ）。その他の項目においては、各条件間で有意な差は認められなかった。体幹刺激条件においては、各条件間で有意な差は認められなかった。

合計5カ所に貼付した（図4）。体幹部刺激条件では、左右の腹結（ふくけつ）穴（内・外腹斜筋）、維道（いどう）穴（内・外腹斜筋）、腎俞（じんゆ）穴（脊柱起立筋）の合計6カ所に貼付した（図5）。円皮鍼は、実験の直前に貼付し、実験終了直後に除去した。円皮鍼の貼付に際して、検者は、はり師、きゅう師の国家資格を有し、臨床経験10年以上の者が行った。

5. 統計解析

数値はすべて平均値±標準偏差（mean ± S.D.）で示

した。各条件間の比較は、Steel-Dwassの多重比較検定を用いた。すべての統計において危険率5%未満を有意差のあるものと判定した。なお、これらの統計解析は、PRISM 6.0（Graph Pad 社製）を用いた。

Ⅲ. 結 果

外周面積は、コントロール条件で $8.97 \pm 1.06 \text{ cm}^2$ 、下腿部刺激条件で $9.09 \pm 0.85 \text{ cm}^2$ 、体幹部刺激条件で $9.28 \pm 1.09 \text{ cm}^2$ であった。各条件間での比較で統計学的な有意差は

認められなかった (図 6 a)．矩形面積は，コントロール条件で $15.90 \pm 2.00 \text{ cm}^2$ ，下腿部刺激条件で $16.08 \pm 1.98 \text{ cm}^2$ ，体幹部刺激条件で $16.44 \pm 2.17 \text{ cm}^2$ であった．各条件間での比較で統計学的な有意差は認められなかった (図 6 b)．実行値面積は，コントロール条件で $3.87 \pm 0.76 \text{ cm}^2$ ，下腿部刺激条件で $3.67 \pm 0.46 \text{ cm}^2$ ，体幹部刺激条件で $3.67 \pm 0.46 \text{ cm}^2$ であった．各条件間での比較で統計学的な有意差は認められなかった (図 6 c)．総軌跡長は，コントロール条件で $734.55 \pm 150.16 \text{ cm}$ ，下腿部刺激条件で $689.39 \pm 155.28 \text{ cm}$ ，体幹部刺激条件で $712.37 \pm 67.29 \text{ cm}$ であった．コントロール条件と比較し下腿部刺激条件で有意に低い値を示した ($p < 0.05$)．その他の各条件間に統計学的な有意差は認められなかった (図 6 d)．単位面積軌跡長は，コントロール条件で $24.50 \pm 0.26 \text{ cm/sec}$ ，下腿部刺激条件で $22.97 \pm 0.84 \text{ cm/sec}$ ，体幹部刺激条件で $23.44 \pm 0.38 \text{ cm/sec}$ であった．コントロール条件と比較し下腿部刺激条件で有意に低い値を示した ($p < 0.05$)．その他の各条件間に統計学的な有意差は認められなかった (図 6 e)．単位面積軌跡長は，コントロール条件で $91.60 \pm 12.87 \text{ 1/cm}$ ，下腿部刺激条件で $78.64 \pm 11.22 \text{ 1/cm}$ ，体幹部刺激条件で $80.65 \pm 8.68 \text{ 1/cm}$ であった．各条件間での比較で統計学的な有意差は認められなかった (図 6 f)．

IV. 考 察

本研究は，下腿部と体幹部への円皮鍼が重心動揺に及ぼす影響について比較検討することを目的に行った．その結果，下腿部刺激条件は，コントロール条件と比較し，総軌跡長，単位軌跡長において有意に低い値を示した ($p < 0.05$)．その他の項目において，各条件間で有意な差は認められなかった．また，体幹部刺激条件において，各条件間で有意な差は認められなかった．

1. 各測定項目について

本研究では，①外周面積，②矩形面積，③実効値面積，④総軌跡長，⑤単位軌跡長，⑥単位面積軌跡長の合計 6 つの項目を用い評価した．①外周面積は，重心動揺の軌跡の最外郭によって囲まれる内側の面積である．重心の動揺の原点の周囲を 120 等分 (3°) に分割した領域に含まれる半径が最大の重心点を領域にわたって計算を行う方法であり，重心が原点からどの程度離れているのかを調べる指標となる．②矩形面積は，縦軸と横軸の最大幅で囲まれる長方形の面積である．前後左右方向の揺れを評価する指標である．③実効値面積は，実効値を半径とする円の面積であり，揺れを円の周期として捉え，どの程度の動揺があるのかを示す指標となる．これら 3 つは，面積を示しており，身体動揺の範囲を示している．外周面積，矩形面積，実効値面積は互いに高い相関を示すとされる⁸⁾．④総軌跡長は，計測時間内の重心点の移動し

た全長として算出される．重心がどの程度動いたかを評価する．⑤単位軌跡長は，計測時間内の重心移動速度の平均値として算出される．重心の揺れる速度として評価される．これら 2 つは，足圧中心点の移動距離を示しており，軌跡長の大小は，身体動揺の大小を表している⁸⁾．⑥単位面積軌跡長は，計測時間内の単位面積中で移動した重心の長さとして算出される．時間内で移動した重心の長さとして評価される．

今回，重心動揺の測定方法として片脚立位時で 30 秒間保持し実験を行った．片脚立位の保持は，静的バランス，動的バランスの評価の指標に用いられている^{9, 10)}．また，加齢による片脚立ちの低下は転倒および転倒不安と関連することが報告されている¹¹⁻¹³⁾．高齢者の片脚立ち保持時間に関しては，転倒歴があると 9.6 秒，非転倒者は 31.3 秒であり，全体の 34% は 45 秒以上の保持が可能であることから，30 秒の片脚立ちが転倒の予測に有用であるとも報告されており¹¹⁾，本研究では 30 秒間の片脚立ち保持の間の重心動揺を測定した．また，Okada ら¹²⁾ は，転倒不安のない高齢者の重心動揺を 100% とすると転倒不安のある高齢者は重心動揺が 129% に増大することを報告しており，重心動揺を安定させることは，転倒や転倒不安に好影響を与えることが示唆されている．そのため，下腿部への円皮鍼刺激は重心動揺の評価項目のうち，総軌跡長，単位軌跡長で低値を示したことから，転倒や転倒不安に対して好影響を与える可能性が示唆された．

2. 姿勢制御について

立位姿勢は，常に微細に前後左右に揺れながら姿勢を保持している．このような姿勢制御の保持・調節には，体性感覚系，視覚系，前庭系が関与している．体性感覚系による姿勢制御の調整は，四肢・皮膚の固有受容器からの感覚情報をもとに姿勢の調節を行っている．視覚系では，視覚による反射的な調整が行われている．前庭系では，頭部の揺れを前庭器官が感知し，前庭-頸反射が起こる．前庭器官のうち，三半規管からの情報は，前庭神経核を介して内側前庭脊髓路を通り，頸筋の運動ニューロンに伝えられる．これらの体性感覚系，視覚系，前庭系の感覚受容器からの信号が中枢神経内で統合処理され，目標からの誤差を識別し，姿勢を保持・調節している．また，有害な侵害刺激から遠ざけようとする屈曲反射は，生体の防御的な機能を持っている．屈曲反射は，侵害刺激だけでなく，皮膚の機械受容器や関節受容器の刺激，また筋の高閾値求心性線維のインパルスによっても誘発される．この線維のことを flexor reflex afferents (FRA) と総称される¹⁴⁾．FRA の反射路は，運動の遂行に伴う感覚情報を統合し，これを運動ニューロンに戻すというフィードバック制御系としても機能しており，運動の遂行を微調整していると考えられている．本研究に用いた円皮鍼は鍼体長 0.6mm 程度であり，皮膚表面からの刺激

となる。この皮膚表面からの入力が皮膚機械受容器を興奮させ、体性感覚系を介し、情報が FRA へ伝わり運動の微調整をより行いやすくなった可能性を考えた。また、姿勢制御に影響を与える反射として、皮膚反射がある。皮膚反射は、皮膚特有の反射作用が、特定の部位の刺激によって引き起こされる。例えば、足底の皮膚を刺激すると、指の伸筋運動ニューロンに選択的に促通を受けることなどである。そのため、本研究において、体幹部への円皮鍼刺激よりも下腿部への円皮鍼刺激でより姿勢制御に影響を与えた可能性が示唆された。

3. 下腿部と体幹部への円皮鍼の影響について

本研究では、下腿部と体幹部への円皮鍼刺激の影響について検討を行った。足部への刺激に関して峰松ら¹⁵⁾は、デイサービスを利用している高齢者18名を対象に足底への振動刺激がバランス機能に及ぼす影響を検討している。その結果、開眼時の総軌跡長、外周面積、実効値面積において有意に低値を示していることを報告している。足部への振動刺激が足底感覚に好影響をもたらしたと考察している。一方で、体幹部への刺激に関して、種本ら¹⁶⁾は、体幹の引き込み運動を行う群と下肢の運動を行う群の2群を設け、立位姿勢時の重心動揺を評価している。その結果、体幹の引き込み運動を行う群では総軌跡長、外周面積、矩形面積において介入前後の値で有意に低値を示したことを報告している。その考察として、固有感覚受容器は筋線維に投射している α 運動ニューロンではなく、 γ 運動ニューロンに投射するため、筋収縮の準備段階において関節の安定にかかわる姿勢制御に重要な役割を持っている。体幹深部筋が有効に収縮できるようになったことにより、脊柱の分節間の運動や位置変化を情報とするフィードバックシステムが賦活され姿勢制御が容易となり、重心動揺の安定につながる可能性があるとしている。そのため、体幹部の深部筋が有効に収縮できるようになったと考察している。これらの報告を踏まえ、本研究では、下腿部への円皮鍼刺激と体幹部への円皮鍼刺激を比較し、皮膚表面からの円皮鍼刺激が姿勢制御に影響を及ぼすかについて検討を行った。本研究で用いた刺激点は、主に姿勢制御に関わると考えられる筋上の経穴である。下腿部への刺激部位は、片脚立位保持を行う被験脚の陽陵泉穴（長腓骨筋）、懸鐘穴（短腓骨筋）、足三里穴（前脛骨筋）、承山穴（腓腹筋）、飛陽穴（ヒラメ筋）の合計5カ所であった。前脛骨筋、下腿三頭筋、腓骨筋は足関節の制御に関わる筋であるため、その筋上の経穴に円皮鍼を貼付した。これらの経穴は、足関節捻挫の治療に用いられる部位でもある。体幹部刺激条件では、左右の腹結穴（内・外腹斜筋）、維道穴（内・外腹斜筋）、腎俞穴（脊柱起立筋）の合計6カ所に貼付した。体幹部の筋は刺激を与えたり、安定的に収縮することができる」と姿勢の安定に関わると考えられており、その筋上の経

穴に円皮鍼を貼付した。これらの経穴は、腰痛の治療に用いられる部位でもある。本研究の結果として下腿部刺激条件とコントロール条件を比較し、総軌跡長、単位軌跡長において有意に低い値を示した。しかし、先行研究と同様のパラメーターに有意な差は認められなかった。これは、本研究で用いた刺激量と先行研究で用いられている刺激量に差があり、体性感覚系への入力の差によるものと考えられた。これらの結果から、下腿部皮膚表面への円皮鍼刺激は、姿勢制御に影響を及ぼす可能性が示唆された。円皮鍼刺激では、体幹部の深部筋には影響を与えない可能性が考えられた。姿勢制御に影響を与えるためには、体幹部を意識した引き込み運動等の体幹部の深層筋に刺激を与える必要があると示唆された。

本研究の限界として、対象者の足関節捻挫の既往については細かく聴取できていない。そのため、足関節の機能低下が生じている場合には、円皮鍼以上に影響を及ぼす可能性がある。今後、足関節の外傷の有無等を聴取する必要がある。また、対象が高齢者ではなく、健常成人であることから下腿部への円皮鍼刺激が高齢者に影響を与えるかは不明である。また、もともとバランス能力の低下を認める高齢者に対して体幹部への円皮鍼も有効である可能性もある。今後、高齢者を対象とした研究が必要である。また、重心動揺の評価項目の総軌跡長、単位軌跡長がどの程度の値を示せば、転倒や転倒不安に影響を与えるかについては、過去の報告においても示されていない。今後の展望として、高齢者への円皮鍼の介入により転倒や転倒不安の質問紙がどのように変化するかを検討する必要がある。

V. 結 語

本研究は、下腿部と体幹部への円皮鍼が重心動揺に及ぼす影響について比較検討することを目的に行った。その結果、以下の結果が得られた。

1. 下腿部刺激条件は、コントロール条件と比較し、総軌跡長、単位軌跡長において有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。その他の項目においては、各条件間で有意な差は認められなかった。
2. 体幹部刺激条件は、各条件間で有意な差は認められなかった。
3. 今後、高齢者を対象とした研究として、下腿部への円皮鍼刺激の影響を検討する必要がある。

謝 辞

本研究の一部は、東京有明医療大学特別研究費の助成を受けて行われた。研究に協力いただいた被験者の皆様に感謝申し上げます。なお本研究における利益相反はない。

参考文献

- 1) 総務省統計局ホームページ [internet]. 高齢者の人口及び割合の推移, <http://www.stat.go.jp/data/topics/topi901.htm>. [accessed 2016-0901]
- 2) 厚生労働省ホームページ [internet]. 地域包括ケアシステム, http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/. [accessed 2016-0901]
- 3) Graafmans C, Otoms E, Hofstee M et al. Falls in the elderly : a prospective study of risk factors and risk profiles. *American Journal of Epidemiology*, 1996 ; 143 : 1129-1136.
- 4) Rubenstein Z and Josephson R. Falls and instability in the elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*. 2002 ; 18 : 141-158.
- 5) Stalenhoef A, Diederiks J, Knottnerus A et al. A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly : A prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2002 ; 55 : 1088-1094.
- 6) 金子泰久, 古屋英治, 坂本 歩. トライアスロン競技後の筋肉痛に及ぼす円皮鍼の効果－プラセボを用いた比較試験－. *全日本鍼灸学会雑誌*. 2006 ; 56 (2) : 158-165.
- 7) 大隈祥弘, 花岡裕吉, 吉田成仁 ほか. 円皮鍼を用いた鍼刺激が筋疲労による瞬発的筋力発揮能力低下に及ぼす影響－二重盲検比較試験を用いた検討－. *日本臨床スポーツ医学会誌*. 2015 ; 23 (3) : 440-450.
- 8) 鈴木淳一, 松永 喬, 徳増厚二 ほか. 重心動揺検査のQ & A, 手引き (1995). *Equilibrium Res*. 1996 ; 55 (1) : 64-77.
- 9) Islam M, Nasu E, Rogers M, et al. Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. *Preventive Medicine*. 2004 ; 39 : 1148-1155.
- 10) Gawron W, Pospiech L, Orendorz-Fraczkowska K et al. The influence of metabolic disturbances present in diabetes mellitus type on vestibule-spinal reflexes in children and young adults. *Otolaryngology Polish*. 2002 ; 56 : 451-457.
- 11) Hurvitz A, Richardson K, Werner A et al. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000 ; 81 : 587-591.
- 12) Okada S, Hirakawa K, Takada Y et al. Relationship between fear of falling and balance ability during abrupt deceleration in aged women having similar habitual physical activities. *European Journal of Applied Physiology*. 2001 ; 85 : 10-18.
- 13) Thomas I and Lane V. A pilot study to explore the predictive validity of 4 measures of fall risk in frail elderly patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005 ; 86 : 1636-1640.
- 14) 本郷利憲, 廣重 力, 豊田順一 ほか. 標準生理学. 第6版. 東京: 医学書院; 2007. p339-340.
- 15) 峰松 亮, 羽崎 完. 高齢者に対する足底振動刺激がバランス機能に与える影響. *理学療法学*. 2011 ; 38 (2) : 128-129.
- 16) 種本 翔, 渡邊 進. 体幹深部筋群に対する運動介入が立位重心動揺に及ぼす影響. *理学療法科学*. 2012 ; 27 (1) : 47-50.