

中殿筋への鍼施術がランニング動作に及ぼす影響

大町 成人^{*1), 2)}¹⁾成鍼灸メディスン, ²⁾明治国際医療大学大学院鍼灸学研究科

要 旨 【目的】ランニング時の骨盤の安定に寄与する中殿筋に対して鍼施術を行い、股関節の可動域変化を三次元動作解析にて検討した。

【対象】対象は大学陸上部員の健常な男子学生とし、鍼介入群・コントロール群それぞれ8名の計16名を無作為に群分けした。各群それぞれ、トレッドミル上を15 km/hで走行後、筋緊張側の中殿筋中央筋緊張部に鍼施術を行い、再び走行・測定した。計測は15 km/hに達した10秒後より10秒間とした。解析方法は、三次元動作解析装置から得た、ランニング周期・サポート期の、股関節屈曲・伸展角度変化量及び内転・外転角度変化量とした。統計処理は、群間比較はマンホイットニーのU検定を、群内比較はウィルコクソンの符号付き順位検定を行った上、効果量を求めた。

【結果】群内比較の介入群にて、非介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期において有意差が認められ ($p=0.04$ 効果量0.7)、介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期にて、大きい効果量を得た (効果量0.5)。

【考察】今回の可動域変化量は、鍼施術により中殿筋の筋緊張が緩和し、股関節の円滑な動きから有意差が生じたのではないかと推察された。

Key words 三次元動作解析 three dimensional motion analysis, 中殿筋 gluteus medius muscle, ランニング周期 running cycle, 股関節可動域変化量 hip joint range of motion, 鍼施術介入 acupuncture intervention

1. はじめに

ヒトの歩行やランニング動作にはそれぞれに違いがあり、全く同じ動きをするヒトはいない。特に二足歩行においては、殿部が上肢の姿勢を保持し、下肢へと動きを伝えている¹⁾。それゆえ、殿部の筋肉はヒトの歩行・ランニングなどの動作において大変重要であり、殿部の筋力がヒトの動作特性を支えていると考えられている²⁾。

実際、ランニングフォームやフォーム特性の研究、フォーム特性とパフォーマンスに関する研究は多く行われており、殿部の筋力の重要性が報告されている³⁻⁴⁾。江波戸らは(文献番号削除)、股関節・鼠径部痛の既往者らにおけるランニングフォームの特徴を三次元動作解析にて解析した際、股関節の外転筋群(中殿筋を主体とした股関節外転筋)の筋力低下により、骨盤を支持できなくなり、トレンデンプルグ徴候がみられることで股関節・鼠径部痛を引き起こすため、骨盤の安定・股関節の機能修正が重要であることを報告している³⁾。同様にK. Aleisha Fetters

*連絡先：〒708-0814 岡山県津山市東一宮9-4
成鍼灸メディスン
E-mail: naru_kry_spirit@ybb.ne.jp
TEL: 0868-27-2007

は⁴⁾、外側の殿筋群である中殿筋および小殿筋が、ランニングのメカニクス、パフォーマンス、および傷害に果たす役割についてエクササイズを用いて探求したところ、中殿筋と小殿筋の筋力と機能向上が、腰痛などのオーバーユース障害を予防する役割を果たしたことを明らかにしている。

一方、栗原らは⁵⁾、ランニング動作を推進期における床面に対する足部の水平面上の動きに着目して分類し、ランニング障害発症に関連する足部静的アライメントおよび下肢力学因子との関連について検討したところ、股関節伸展・外転筋群や下肢の膝関節伸展筋群などの緊張や筋力低下が、腰痛などの障害を起こすことを報告している。

このように、多くの研究においては殿筋、特に中殿筋の状態が重要であり、中殿筋の状態がランニング障害の状態を決めているといっても、過言ではない。

一方、スポーツ障害に対して鍼灸治療が積極的に行われている⁶⁻⁸⁾。特にランニング障害に対して、鍼灸治療の効果を検討した報告では、ランニングフォームや痛みの改善を認めることが示されている⁶⁾。

実際、筋肉に対して鍼治療を行うことで、軸索反射や筋緊張緩和により血流改善が認められることや⁹⁻¹¹⁾、筋紡錘や腱紡錘を介して筋緊張が変化すること¹²⁾、さらにはアデノシンA1鎮痛やゲートコントロールにより痛みが緩和する¹³⁻¹⁴⁾など、多くの治効機序も明らかになっている。しかし、ランニング障害に対する治療報告の多くは、痛みのある筋肉に鍼治療を行うことがほとんどで、主観的痛みの改善のみ報告があり^{6, 15-16)}、実際のランニング特性や下肢へどのような影響を与えているかを検討した報告はほとんどない。ただ、近年ハイスピードカメラの技術向上により、競技現場でランニングフォームを撮影し、その場でフォーム特性を確認することや¹⁷⁾、映像解析技術の進歩により、撮影された映像を解析し3Dモーションフィルとして取り込み、ランニングフォーム特性を詳細に分析し、競技力向上へ繋げている報告も増えている¹⁸⁻¹⁹⁾。また、三次元動作解析装置を用いた歩行動作や²⁰⁾、立ち上がり動作などに関する

研究報告も多くなされるようになり²¹⁻²²⁾、そのメカニズムについても解き明かされつつあるが、鍼灸治療に関する報告はない。

そこで、今回殿部の筋肉群でも特にランニング動作の着地時の骨盤や股関節の安定性に寄与すると考えられている中殿筋²³⁾へ鍼施術を行った場合に、ランニング時の股関節の可動域がどのように変化するかを、三次元動作解析装置を用いて検討した。

II. 方法

1. 対象

対象はA大学陸上競技部部員とし、除外条件とし整形外科系疾患及び中枢神経系疾患がない健全な男子学生とした。対象には、あらかじめ本研究の目的、方法、身体に及ぼす影響・危険性を口頭および書面で十分に説明し、同意書にて承諾を得たのち、鍼施術介入群（以下介入群）・鍼施術非介入群（以下コントロール群）それぞれ8名の計16名に組み入れ、各群への振り分けは登録順に無作為に行った。また、対象が未成年者の場合には、保護者の同意が得られたものを対象とした。

なお、本研究は明治国際医療大学ヒト研究倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号:2021-042）。

2. 測定環境

実験は、A大学総合リハビリテーションセンターにて行った。

対象には測定用の密着した半袖シャツとスパッツを着用してもらい、室温度を $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ の一定環境で行った。

3. 実験方法

(1) ランニングの方法

走行は、トレッドミル（TRACK MASTER, TM400/S, JAS FITNESS SYSTEM社製）を用い、速度は、時速15km（以下15km/h）とした。15km/hは、1km4分、100m24秒のペースであり、本研究の対象である陸上競技部員にとっては、速く感じず苦痛のない走行

速度である。この速度で約 20 秒間走行してもらい、測定を行った。測定者は、常時トレッドミルの横に待機し、対象が苦しさを訴えた場合に、直ちに走行を中止できるように注意を払った。なお、各対象には、計測の前にトレッドミル上を設定の速度で走行してもらい、苦痛でないことを確認した上で、実験を行った。



図1 39箇所への反射マーカの貼付

Plug-in-Gait Marker Placement に従って全身 39 箇所に、反射マーカを全身に貼付した状態。



図2 トレッドミル上の走行

トレッドミル上を 15km/h で走行し、計測の方法に従って三次元動作解析装置で解析した。

(2) 測定の方法

対象は、Plug-in-Gait Marker Placement に従って全身 39 箇所に、直径 2cm の反射マーカを貼付した状態 (図 1) で、トレッドミル上を走行させた (図 2)²⁴⁻²⁶。その後、ランニング動作時の反射マーカの位置を、三次元動作解析装置 (VICON512, Oxford 社製) を用いて解析し、股関節屈曲・伸展角度と内転・外転角度を算出した。

実際の測定は、トレッドミル上での走行スピードが 15 km/h に達した時点でストップウォッチにてタイムのカウントを始めた。開始後 10 秒に達した時点から三次元動作解析の計測を開始し、10 秒間測定した。なお、これは測定条件の速度に達してからのランニングフォームの安定性を確保するための測定方法であり²⁷、ランニングフォームがランニング速度の変化によって左右されないよう、計測条件の速度に達してから一定時間経過後に測定を実施した。

(3) 鍼施術介入 (介入群) の方法

トレッドミル上を走行した後、対象の股関節の可動に対する感覚や、実際の可動を確認するため、自動的・他動的に左右の股関節伸展及び外転動作を以下の方法にて行わせた。他動運動にては、伏臥位の対象の左右片足ごとに、測定者が下腿部と大腿部を持ち、股関節伸展動作を行わせ股関節の可動性を確認した。その結果、伸展動作に外転位 (外側に下肢が逃げるような肢位) が含まれる動作や、可動が円滑でない側 (反対側に比べて) を確認した。さらに自動運動にては、測定者は左右片足ごとに下腿部・大腿部に徒手にて軽く抵抗をかけ、対象に股関節外転動作を行わせた。これらの動作より、他動運動時に可動が円滑でない側において、自動運動時においても外転動作の抵抗が少なく筋力の弱さが認められた。これらのことを踏まえて、可動が円滑でなく筋力の弱い側を介入側に定めた。次に、伏臥位の対象に対して、触診により介入側と定めた中殿筋の過緊張を認めた箇所から索状硬結を探し、その部位に鍼施術 (単刺) を行った。なお鍼施術介入の位置は中殿筋の索状硬結が認められた部位とした。鍼は、セ

イリン社製、40mm・18号ディスポーザブル鍼を使用し、20mm程刺入した²⁸⁾。

なお、鍼施術介入を行った側（左・右）を、介入側、鍼施術介入を行わなかった側（左・右）を非介入側とした。

(4) 鍼施術非介入（コントロール群）の方法

介入群と同様な方法で介入部位を検出し、介入を行った。介入はあらかじめ刺入できないよう先端を丸く研磨した、長さを40mmに合わせた偽鍼（セイリン社製、50mm・18号ディスポーザブル鍼）を用いて、皮膚面の刺激を行った。

4. 実験デザイン

介入前後の測定条件の統一、再現性を確保するため、全ての対象はトレッドミルの速度が15km/hに達してから10秒後に、測定を開始し10秒間ランニングフォームの測定を行った。これにより、同一の一定時間の経過後からの測定とした。

その後、各介入を受けたのち、再びトレッドミル上を走行し、15km/hに達してから10秒後に10秒間ランニングフォームの測定を行った。

5. 解析方法

三次元動作解析から得たデータより、以下の様に解析を行った。解析の対象は、ランニング動作におけるサポート期の、股関節屈曲・伸展角度と股関節内転・外転角度とした。データの切り出しは、三次元動作解析のstick pictureの動きより、ランニング動作のサポート期を確認した上で、ランニング動作初期のfoot strike期にあたる膝関節伸展ピーク位から、mid support期にあたる膝関節屈曲ピーク位までの角度変化をサポート前期とし、mid support期にあたる膝関節の屈曲ピーク位からtake off期にあたる膝関節伸展ピーク位までの角度変化をサポート後期として²⁹⁾、それぞれの股関節屈曲・伸展角度と内転・外転角度の角度変化量を算出した。すなわち、股関節屈曲・伸展角度、股関節内転・外転角度それぞれを、mid support期の角度からfoot strike

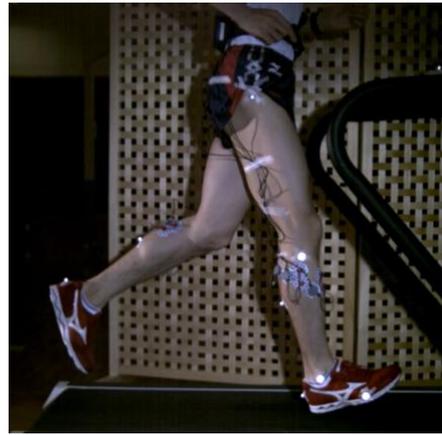


図 3a ランニングサイクルにおける foot strike 期 (右足)
ランニングサイクルにおける足底の一部が路面に接触する瞬間を foot strike 期と呼び、この図は右足が路面に接触する瞬間の画像である。



図 3b ランニングサイクルにおける mid support 期 (右足)
ランニングサイクルにおける足が路面に固定され体重を支持し、踵部が路面から離れるまでを mid support 期と呼び、この図は右足が路面に完全に接地した画像である。



図 3c ランニングサイクルにおける take off 期 (右足)
ランニングサイクルにおける足趾が路面から離れる瞬間を take off 期と呼び、この図は右足の足趾がまさに路面から離れる瞬間の画像である。

期の角度を引いた角度変化量, take off 期の角度から mid support 期の角度を引いた角度変化量を算出した事になる. 分析の範囲は, 三次元動作解析の測定開始後の 5 サイクル分の上記の平均値を算出し, その数値を各対象の代表値とした³⁰⁾.

また, 介入群とコントロール群における群間比較においては, 角度変化量を介入前後で調べて, その差を介入前後の差分として求めた. すなわち, 介入側・非介入側それぞれについて, 介入後の数値(°)から介入前の数値(°)を引いた値を, 介入前後の差分とした(°).

なお, 全ての文章中及び表の変化量の数値におけるマイナスとプラスの表記は, 股関節屈曲角度が+, 股関節伸展角度が-, 股関節内転角度が+, 股関節外転角度が-で表現される. 数値の増減の表記ではなく, 屈曲・伸展, 内転・外転方向へのそれぞれの変化量を示す表記とした.

6. ランニングの位相(サイクル)

ランニングサイクルはサポート期(立脚期)とリカバリー期(遊脚期)に分けられる²⁾. 本研究で着目したサポート期は, 足底が地面に接触している位相であり, 足底の一部が路面に接触する瞬間の

foot strike 期(図 3a), 足部が路面に固定され体重を支持し, 踵部が路面から離れるまでの mid support 期(図 3b), 足趾が路面を離れるまでの take off 期(図 3c)の 3 期に分類される²⁾.

本研究ではこの 3 期間における動作より, 「5. 解析方法」に沿って解析を行った.

7. 統計処理

結果の表記は中央値(第 1 四分位数~第 3 四分位数)で表記した. なお, 解析は中殿筋への鍼施術介入による股関節可動域の変化を確認するため, 介入群とコントロール群(非介入群)での群間比較を行った. さらに, 介入群内での介入前後での比較ならびに, コントロール群内での介入前後の比較を行った.

また, 対象の背景(年齢, 身長, 体重)においても統計処理を行った.

処理方法は, 群間比較及び対象の背景においてはマンホイットニーの U 検定を, 群内比較においてはウィルコクソンの符号付き順位検定を用いた. またそれぞれにおいて効果量も求めた.

なお統計処理には, 統計処理ソフトウェア(IBM SPSS Statistic, ver. 28, IBM 社製)を用いた.

表 1 介入群とコントロール群の比較

		介入群 (n=8)	コントロール群 (n=8)	p値	効果量 (r)
介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量介入前後の差分	-1.1(-2.2~-0.5)	-1.2(-2.3~0.3)	0.80	0.1
	股関節内外転角度変化量介入前後の差分	0.2(-0.1~0.8)	0.2(-0.3~0.9)	0.88	0.1
サポート後期	股関節屈伸角度変化量介入前後の差分	-0.5(-1.4~1.4)	0.8(-0.5~1.5)	0.57	0.2
	股関節内外転角度変化量介入前後の差分	-0.8(-1.6~0.6)	-0.9(-1.9~0.0)	0.96	0.0
非介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量介入前後の差分	-0.9(-1.8~-0.4)	-0.7(-2.7~0.2)	0.88	0.1
	股関節内外転角度変化量介入前後の差分	-0.4(-1.0~1.3)	-0.5(-0.8~0.5)	0.88	0.1
サポート後期	股関節屈伸角度変化量介入前後の差分	0.5(-1.1~1.8)	1.1(-0.7~1.4)	1.00	0.0
	股関節内外転角度変化量介入前後の差分	-1.2(-2.4~0.5)	-0.7(-1.1~-0.1)	0.65	0.2
中央値(第 1 四分位数~第 3 四分位数)で表記		単位は全て°で表記			
効果量(r)の基準 r=0.1(効果量小), r=0.3(効果量中), r=0.5(効果量大)					

介入群とコントロール群における群間比較の結果, 群間における介入側・非介入側において, 明らかな有意差は認められなかった.

各項目の数値(°)は, 介入前後の角度変化量を調べて, それぞれについて介入後の数値から介入前の数値を引いた差分として表記している.

なお, 全ての数値の-は股関節伸展角度・股関節外転角度を, +は股関節屈曲角度・股関節内転角度を示している.

III. 結果

1. 対象の背景

対象の平均年齢（介入群：19.0(18.8~19.0)歳，コントロール群：18.5(18.0~19.0)歳），身長（介入群：176.5(172.0~179.3)cm，コントロール群：169.5(166.8~176.5)cm），体重（介入群：61.1(58.1~64.3)kg，コントロール群：57.5(55.6~60.1)kg）。

なお，各項目において，介入群とコントロール群での統計的に有意な差は認めなかった。

2. 介入群とコントロール群の比較

群間比較においては，介入側サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量の介入前後の差分は，介入群 -1.1° ($-2.2^{\circ} \sim 0.5^{\circ}$) に対して，コントロール群は -1.2° ($-2.3^{\circ} \sim 0.3^{\circ}$) ($p=0.80$, 効果量 0.1)，介入側サポート前期の股関節内転・外転角度変化量の介入前後の差分は，介入群 -0.2° ($-0.1^{\circ} \sim 0.8^{\circ}$) に対して，コントロール群は 0.2° ($-0.3^{\circ} \sim 0.9^{\circ}$) ($p=0.88$, 効果量 0.1)，介入側サポート後期の股関節屈曲・伸展角度変化量の介入前後の差分は，介入群 -0.5° ($-1.4^{\circ} \sim 1.4^{\circ}$) に対して，コン

トル群は 0.8° ($-0.5^{\circ} \sim 1.5^{\circ}$) ($p=0.57$, 効果量 0.2)，介入側サポート後期の股関節内転・外転角度変化量の介入前後の差分は，介入群 -0.8° ($-1.6^{\circ} \sim 0.6^{\circ}$) に対して，コントロール群は -0.9° ($-1.9^{\circ} \sim 0.0^{\circ}$) ($p=0.96$, 効果量 0.0) であり，介入側の全ての項目において有意差は認めなかった (表 1)。

他方，非介入側サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量の介入前後の差分は，介入群は -0.9° ($-1.8^{\circ} \sim -0.4^{\circ}$) に対して，コントロール群は -0.7° ($-2.7^{\circ} \sim -0.2^{\circ}$) ($p=0.88$, 効果量 0.1)，非介入側サポート前期の股関節内転・外転角度変化量の介入前後の差分は，介入群は -0.4° ($-1.0^{\circ} \sim -1.3^{\circ}$) に対して，コントロール群は -0.5° ($-0.8^{\circ} \sim -0.5^{\circ}$) ($p=0.88$, 効果量 0.1)，非介入側サポート後期の股関節屈曲・伸展角度変化量の介入前後の差分は，介入群は 0.5° ($-1.1^{\circ} \sim 1.8^{\circ}$) に対して，コントロール群は 1.1° ($-0.7^{\circ} \sim 1.4^{\circ}$) ($p=1.00$, 効果量 0.0)，介入側サポート後期の股関節内転・外転角度変化量の介入前後の差分は，介入群は -1.2° ($-2.4^{\circ} \sim 0.5^{\circ}$) に対して，コントロール群は -0.7° ($-1.1^{\circ} \sim -0.1^{\circ}$) ($p=0.65$, 効果量 0.2) であり，非介入側の全ての項目において有意差は認めなかった (表 1)。

表 2 介入群における鍼施術介入前後の比較

		介入前 (n=8)	介入後 (n=8)	p値	効果量 (r)
介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量	-9.0(-9.5~-8.4)	-10.6(-11.8~-9.0)	0.12	0.5
	股関節内外転角度変化量	4.4(0.0~5.1)	4.7(0.2~5.1)	0.58	0.2
サポート後期	股関節屈伸角度変化量	-34.4(-38.4~-29.3)	-34.9(-38.6~-27.9)	0.89	0.0
	股関節内外転角度変化量	-7.4(-10.7~-6.0)	-8.1(-10.8~-6.3)	0.33	0.3
非介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量	-9.1(-10.3~-8.0)	-9.7(-11.4~-7.8)	0.04*	0.7
	股関節内外転角度変化量	4.8(3.1~6.7)	4.7(3.1~6.7)	1.00	0.0
サポート後期	股関節屈伸角度変化量	-37.1(-38.7~-26.6)	-33.8(-37.3~-27.9)	0.48	0.2
	股関節内外転角度変化量	-9.4(-10.6~-5.4)	-11.0(-12.1~-5.5)	0.48	0.2

中央値 (第 1 四分位数~第 3 四分位数) で表記 単位は全て $^{\circ}$ で表記
効果量 (r) の基準 r = 0.1 (効果量小), r = 0.3 (効果量中), r = 0.5 (効果量大)
*p<0.05

介入群における群内比較の結果，非介入側のランニング周期・サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量において，介入前・後で有意差が認められた (p 値 0.04)。

また，介入側・非介入側ともに，サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量において，介入前・後でともに大きな効果量を得た (介入側 r 値 0.5, 非介入側 r 値 0.7)。

なお，全ての数値の-は股関節伸展角度・股関節外転角度を，+は股関節屈曲角度・股関節内転角度を示している。

表3 コントロール群での鍼施術介入前後の比較

		介入前 (n=8)	介入後 (n=8)	p値	効果量 (r)
介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量	-9.0(-10.5~-7.9)	-9.8(-11.9~-8.8)	0.26	0.4
	股関節内外転角度変化量	5.1(3.5~5.5)	5.8(4.1~6.3)	0.33	0.3
サポート後期	股関節屈伸角度変化量	-40.8(-41.5~-39.3)	-39.7(-41.0~-38.7)	0.40	0.3
	股関節内外転角度変化量	-10.7(-12.6~-9.0)	-11.2(-12.5~-10.7)	0.16	0.5
非介入側					
サポート前期	股関節屈伸角度変化量	-8.4(-11.3~-5.7)	-9.0(-10.5~-7.3)	0.21	0.4
	股関節内外転角度変化量	2.8(2.2~3.9)	3.4(2.1~4.0)	0.58	0.2
サポート後期	股関節屈伸角度変化量	-38.8(-44.2~-37.5)	-40.1(-43.1~-35.5)	0.33	0.3
	股関節内外転角度変化量	-7.8(-10.8~-6.6)	-8.3(-11.1~-7.2)	0.26	0.4

中央値（第1四分位数～第3四分位数）で表記 単位は全て°で表記
効果量 (r) の基準 r=0.1 (効果量小), r=0.3 (効果量中), r=0.5 (効果量大)

コントロール群における群内比較の結果では、介入前・後の全ての項目において、有意差は認められなかった。
なお、全ての数値の-は股関節伸展角度・股関節外転角度を、+は股関節屈曲角度・股関節内転角度を示している。

3. 介入群での介入前後の比較

介入群における群内比較を行った。その結果、介入側サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量は、介入前は -9.0° ($-9.5^{\circ} \sim -8.4^{\circ}$) に対して、介入後は -10.6° ($-11.8^{\circ} \sim -9.0^{\circ}$) ($p=0.12$, 効果量 0.5), 介入側サポート前期の股関節内転・外転角度変化量は、介入前は 4.4° ($0.0^{\circ} \sim 5.1^{\circ}$) に対して、介入後は 4.7° ($0.2^{\circ} \sim 5.1^{\circ}$) ($p=0.58$, 効果量 0.2), 介入側サポート後期の股関節屈曲・伸展角度変化量は、介入前は -34.4° ($-38.4^{\circ} \sim -29.3^{\circ}$) に対して、介入後は -34.9° ($-38.6^{\circ} \sim -27.9^{\circ}$) ($p=0.89$, 効果量 0.0), 介入側サポート後期の股関節内転・外転角度変化量は、介入前は -7.4° ($-10.7^{\circ} \sim 6.0^{\circ}$) に対して、介入後は -8.1° ($-10.8^{\circ} \sim -6.3^{\circ}$) ($p=0.33$, 効果量 0.3), 非介入側サポート前期の股関節屈曲・伸展角度変化量は、介入前は -9.1° ($-10.3^{\circ} \sim -8.0^{\circ}$) に対して、介入後は -9.7° ($-11.4^{\circ} \sim -7.8^{\circ}$) ($p=0.04$, 効果量 0.7), 非介入側サポート前期の股関節内転・外転角度変化量は、介入前は 4.8° ($3.1^{\circ} \sim 6.7^{\circ}$) に対して、介入後は 4.7° ($3.1^{\circ} \sim 6.7^{\circ}$) ($p=1.00$, 効果量 0.0), 非介入側サポート後期の股関節屈曲・伸展角度変化量は、介入前は -37.1° ($-38.7^{\circ} \sim -26.6^{\circ}$) に対して、介入後は -33.8° ($-37.3^{\circ} \sim -27.9^{\circ}$) ($p=0.48$, 効果

量 0.2), 非介入側サポート後期の股関節内転・外転角度変化量は、介入前は -9.4° ($-10.6^{\circ} \sim -5.4^{\circ}$) に対して、介入後は -11.0° ($-12.1^{\circ} \sim -5.5^{\circ}$) ($p=0.48$, 効果量 0.2) となり、非介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量は、サポート前期において有意差が認められた。介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量はサポート前期にて、介入前後で有意差は認めなかったが、効果量大との結果であった(表2)。

4. コントロール群での介入前後の比較

コントロール群内における群内比較を行った。結果としては、介入側・非介入側のサポート前期・サポート後期における各股関節角度変化量に、有意差は認めなかった(表3)。

IV. 考察

今回の検討では、「ランニング選手の中殿筋に対して鍼刺激を行うことで筋緊張が緩和すれば、股関節全体の動きが円滑になり可動域が変化する」という仮説を検証するため、三次元動作解析を用いて検証したところ、介入群の介入側と比べて非介入側のサポート前期における股関節屈曲・伸展角度変化量は、有意差を認める結果となった。

1. ランニング選手における中殿筋への鍼刺激の効果

一般的に、ランニング周期はサポート期とリカバリー期に分類されており²⁾、特に、サポート前期では股関節屈曲角度優位、股関節内転角度優位、サポート後期では股関節伸展角度優位、股関節外転角度優位を経て内転角度優位が生じることが知られている²⁾。また、ランニングには股関節の動きが重要視されており、特にランニング動作時の骨盤安定性に関与する中殿筋が注目されている⁹⁾。

中殿筋は、主として大腿を外転する作用があるが²³⁾、ランニング動作においては、着地時の骨盤や股関節の安定性に関与している⁹⁾。そこで今回、ランニング動作における左右の股関節の可動域との関連性を考慮して、中殿筋に鍼刺激を行った。

その結果、介入群とコントロール群の群間比較においては、有意差は認めなかったものの、介入群とコントロール群におけるそれぞれの群内比較においては、介入群における非介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期に有意差を認めた。さらには、介入群における介入側及び非介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期にて、大きい効果量が得られた。このことは、ランニング動作に対して、中殿筋の鍼刺激は、サポート前期における股関節屈曲・伸展角度変化量に影響を及ぼし、ランニング動作が向上したものと考えられた。

その理由として、中殿筋に筋緊張が発症すると、主動作である股関節外転動作が円滑に行えなくなる場合や、外転の筋力が低下することが報告されている³¹⁾。また、ランニング動作時など股関節の伸展動作に外転位が含まれる可能性がある。このことは中殿筋の筋緊張や筋力低下により、骨盤の安定性が保持できず着地時に骨盤が外側へ傾き、遊脚期すなわち股関節伸展時に外転位（下肢を外側へ払うような走行動作）が含まれることも報告されている³⁰⁾。実際今回の研究においても中殿筋の過度の緊張側に、鍼施術介入前に前述の動作特性が確認できた。本来、股関節伸展時には大殿筋が主動作として働き、伸展動作のみが円滑に行われることが望ましいとされている³²⁾。それらのことより、過緊張の認められる中

殿筋へ鍼施術介入を行い筋緊張が緩和すれば、股関節伸展動作が円滑に行われ、介入前の動作特性すなわち股関節の可動域が変化する可能性があり、今回中殿筋への鍼施術が骨盤の安定性を中心とした運動フォームに影響を与えることを客観的に証明することができたものと考ええる。

2. 中殿筋の鍼施術により筋緊張が改善した理由

本研究では中殿筋の索状硬結が認められた部位に鍼施術を介入した。索状硬結は筋細胞内の筋小胞体膜から内部に貯蔵されていたカルシウムイオンが流出することによって、細胞内のカルシウムイオン濃度が高まり、その結果、収縮蛋白であるアクチンフィラメントとミオシンフィラメントの滑り込みによって筋の収縮が不動になると、筋の電気活動を伴わない筋収縮（拘縮）が生じ、硬結として触知されたものと報告されている³³⁾。そのため索状硬結のような筋拘縮が局所循環を障害し、さらなる代謝異常を引き起こすという悪循環を起こす引き金になる³⁴⁾。実際、本研究では中殿筋の索状硬結に鍼施術を介入した。索状硬結はポリモーダル受容器などの痛覚受容器が感作した部位であり、他の部位に比べて少ない刺激で大きな反応が得られる部位であると考えられた³⁵⁾。そのため、今回は索状硬結に鍼を行うことで感作したポリモーダル受容器を刺激したため、軸索反射が生じやすいことで筋肉の血流が改善し、結果として股関節屈曲・伸展角度変化量に有意差が認められたものと考えられた。また、それ以外の可能性として、トリガーポイントに認められる索状硬結からは、自発放電活動が記録されることが知られており³⁶⁾、索状硬結と筋紡錘や腱紡錘との関係性が示唆されている。実際、筋紡錘や腱紡錘に鍼を行うと、筋紡錘は相反抑制、腱紡錘は自原抑制により筋緊張を変化させることが知られていることから³⁷⁻³⁹⁾、中殿筋やその拮抗筋である内転筋などの筋肉トーンズが変化し、股関節の動きを円滑にした可能性も考えられる。

さらに、ランニング動作においては、左右の股関節が身体のランニングフォームを維持し、空中局面

から接地時へかけて、重力を推進力へ伝えていく重力利用と、接地時の衝撃から地面反力を受け、それを推進へ利用する反力利用とがある⁴⁰⁾。すなわち、接地時の衝撃を股関節が身体を安定させながら反力を利用して推進し、反対側の接地へと繋げているメカニズムである。今回のように中殿筋への鍼施術介入により相反抑制などで股関節全体の筋緊張が緩和した場合、筋緊張のない反対側の股関節もより円滑に可動し、反力利用を受け推進する可能性も否定できない。ただし、今回は股関節内転・外転角度変化量に影響を及ぼさなかったことを考えると、中殿筋のみの鍼刺激では限界があり、中殿筋を含めた股関節の筋肉に同時にアプローチすることでさらなるランニングフォームの向上が認められるものと考えられる。

以上のこのことから、中殿筋に鍼刺激を行うことは、ランニング動作を向上させる可能性が高く、中殿筋以外にも同時に股関節周囲の筋緊張を鍼刺激で緩和することができれば、さらなるランニング動作の向上につながる可能性は高いものと考えられた。

3. 研究限界と展望

本研究においては、鍼施術介入を単刺とした。鍼には単刺以外にも、置鍼や雀啄、さらには鍼通電など様々な刺激方法が存在している。一般的に、索状硬結を伴うような筋緊張では深部の筋血流が低下していると考えられており⁴¹⁾、置鍼や鍼通電療法を行うことによって深部の筋血流が改善することが期待されるため⁴²⁾、股関節の可動域にもさらなる変化が認められる可能性は否定できない。さらに、索状硬結内に存在するトリガーポイントなどの圧痛部位はポリモーダル受容器が感作された部位と考えられており⁴³⁾、雀啄などでC線維を適度に興奮させることができれば、さらなる血流改善や筋緊張改善が認められた可能性も否定できない。そのため、今後は単刺だけでなく、様々な鍼刺激の種類を検討し、より効率的な刺激方法を確立する必要があると思われる。また、今回の研究対象者は、陸上競技部員ではあるが、その競技種目は様々であった。同じ陸上競技と

いえども種目により接地動作の違いや股関節の動作も異なるとされている⁴⁴⁻⁴⁶⁾。そのため、競技種目の違いが仮説実証に至らなかった可能性も否定できず、効果量が高かったことを踏まえて考えると、競技種目を揃え、対象人数を増やして行くことでより結果の精度がさらに高まると考えられた。また、陸上競技においては、ランニング動作を行う上で股関節屈曲・伸展動作の可動域が重要であるため、鍼刺激を行うことで推進力が高まり、走行スピードが増すことも期待できる。また、股関節伸展動作が円滑に行われれば、接地時に足部が推進方向へ向いて接地し、すなわちランニング周期のミッドサポート期において下腿が外旋せず、下腿の内側に伸張や捻じれのストレスが、下腿外側には圧縮や剪断のストレスが加わりにくくなることが推測され、スポーツ障害の予防にもなる²⁾。そのため、シンスプリントや疲労骨折などの下腿の障害の予防にも繋がる可能性も否定できないことから、記録やスポーツ障害の罹患率など別の指標を合わせて評価することで、鍼刺激のさらなる有用性を示せるものと考えられる。

さらに陸上競技に関わらず、スポーツ選手にとって股関節の可動域は大変重要である^{2,47-48)}。

バレーボールなどジャンプして着地する動作を行うスポーツにおいても、屈曲・伸展動作の可動域が広がり伸展動作が円滑に行われることにより、着地時にもランニングの接地時と同様のことが考えられる²⁾。また、野球の投球動作においても、股関節の可動域は重要な役割を担っているが、下肢の股関節、上肢の肩関節ともに関節の形状が球関節で球速の向上等に影響を与えている⁴⁹⁾。そのため、股関節の可動域が広がれば、連動して肩関節の回旋可動域にも影響を与え、パフォーマンスの向上や肩関節の障害予防にも繋がる可能性も否定できない^{2,50)}。

以上のことから、スポーツ選手にとって鍼施術を行うことで股関節の可動域が変化することは、パフォーマンスの向上だけでなく、身体や推進方向への安定性に関与し、下肢などの障害の予防にも繋がるものと考えられ、意義深いものと思われた。

V. 結語

今回、ランニング動作における中殿筋の筋緊張と股関節の関節可動域の関連性を検証するため、三次元動作解析装置を用いて、鍼施術介入群とコントロール群（鍼施術非介入群）それぞれのランニング周期・サポート期における、股関節屈曲・伸展角度、股関節内転・外転角度を測定し、それぞれの角度変化量を算出して検討した。

その結果、介入前後の角度変化量の差分を2群間で比較したところ、介入群・コントロール群の群間には有意差は認めなかった。一方介入群では、非介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期において有意差を認めた。介入側の股関節屈曲・伸展角度変化量のサポート前期にて、介入前後で有意差は認めなかったが、効果量大との結果であった。これらより、中殿筋への刺鍼は股関節の可動性を向上し、ランニング動作もより円滑な動作へ変化する可能性があると考えられた。

謝辞：本研究に関してご指導・ご鞭撻を賜りました、明治国際医療大学 鍼灸学部 伊藤和憲教授に、心より感謝申し上げます。

研究期間中にご指導賜りました、元明治国際医療大学 鍼灸学部 片山憲史先生、研究を始めるにあたりご助言賜りました、元明治国際医療大学名誉教授 雨貝孝先生に心よりお礼申し上げます。

実験の解析方法につきましてご助言賜りました、倉敷芸術科学大学生命科学部 健康科学科 枝松千尋准教授に深謝申し上げます。

本研究につきましてお力添え賜りました、明治国際医療大学 矢野忠名誉学長に、心より感謝申し上げます。

最後に、本実験にご協力いただきました、A大学陸上競技部学生諸子に、お礼申し上げます。

利益相反：本論文に関して、開示すべき利益相反事項はない。

文献

1. 渡邊裕文：歩行動作. 関西理学, 2:41-44, 2002.
2. 小林寛和, 宮下浩二, 藤堂庫治：スポーツ動作と安定性 - 外傷発生に関係するスポーツ動作の特徴から -. 関西理学, 3:49-57, 2003.
3. 江波戸智希, 廣重陽介, 吉岡利貢ら：股関節・鼠径部の既往者におけるランニング動作の特徴. 日本アスレティックトレーニング学会誌, 7(1):75-84, 2021.
4. Fetters, K. A. : Exploring the Role of the Lateral Gluteal Muscle in Running: Implications for Training, Strength and Conditioning Journal. 42(1):60-66, 2020.
5. 栗原靖, 田上未来, 松田雅弘ら：ランニング動作の足部の運動特性とランニング障害発症因子の関連性～足関節背屈制限, 偏平足形状, 下肢力学因子に着目して～. 日本臨床スポーツ医学会誌, 27(1):53-60, 2019.
6. 金子泰久：下肢のスポーツ障害に対する鍼灸治療 - ランナー・トライアスリートに多い障害について -. 日本東洋療法物理療法学会誌, 46(2):7-15, 2022.
7. 森山朝正：スポーツ障害と鍼灸手技治療. 全日本鍼灸学会雑誌, 38(4):342-353, 1988.
8. 宮本俊和, 小林英雄, 森英俊ら：陸上競技におけるスポーツ障害に対する針治療. 全日本鍼灸学会雑誌, 37(2):111-119, 1987.
9. 服部祐介, 山内仁, 大江谷新一ら：大腿直筋肉離れ後の鍼パルス刺激による早期スポーツ復帰の一症例. 関西理学, 6:123-129, 2006.
10. 松本勅, 篠原昭二, 池内隆二ら：鍼刺激による下肢血流の改善. 明治鍼灸医学, 6:83-87, 1990.
11. 矢野忠, 石崎直人, 福田文彦：神経血流に及ぼす鍼通電刺激の影響について. 日本温泉気候物理医学雑誌, 61(3):141-147, 1998.
12. 太田喜穂子, 矢野忠：頸肩部の筋緊張に対する鍼刺激の効果 - 筋硬度深部血流液量および筋

- 電図を指標として - . 日本温泉気候物理医学雑誌, 68(2) : 123-133, 2005.
13. 砂川正隆, 池本英志, 福島正也 : 鍼通電療法の基礎的研究, 最近の進捗. 日本東洋医学系物理療法学会誌, 42(2) : 1-7, 2017.
 14. 川喜田健司 : TENS, DNIC と鍼鎮痛. 西条一止, 熊澤孝朗監修 : 鍼灸臨床の科学. 第1版, 医歯薬出版, 東京, pp 469-481, 2000.
 15. 宮本俊和 : スポーツ障害・外傷に対する鍼通電療法-周波数の違いによる臨床の実際-. 日本東洋医学系物理療法学会誌, 41(2) : 9-16, 2016.
 16. 片山憲史, 越智秀樹, 勝見泰和ら : シンスプリントに対する鍼灸治療の検討. 関西臨床スポーツ医学研究会誌, 1 : 95-97, 1991.
 17. 後藤晴彦, 吉田平, 澤井拓実ら : 岐阜県スポーツ科学センターにおけるスキルチェックサポートの取り組み. 岐阜県スポーツ医科学研究, 1 : 1-4, 2021.
 18. 木畑実麻, 橋本健史, 藤川史憲 : 加速度計を内蔵したメガネ型ウェアラブルセンサーとモーションキャプチャーによるデータとの相関性について - ランニングフォーム異常の早期発見に向けて - . 日本臨床スポーツ医学誌, 26(3) : 423-430, 2018.
 19. 西野真史, KARUNGARU Stephan, 寺田賢治 : 画像処理を用いたランニングフォームの自動解析. 電気学会知覚情報研究会資料, 2013(8-22) : 53-58, 2013.
 20. 岩橋洋子, 山本澄子 : 三次元動作解析装置を用いた歩行中の足部の動きの分析 - 下腿・踵骨・前足部に着目して - . 理学療法科学, 26(3) : 371-375, 2011.
 21. 鈴木俊明, 西守隆 : 動作観察・動作分析. 関西理学, 3 : 3-39, 2003.
 22. 野澤涼, 山本澄子 : 椅子からの立ち上がりにおける若年者と高齢者の体幹と下肢の動きの関係. 理学療法科学, 27(1) : 31-35, 2012.
 23. 藤間保晶 : ランニング動作の運動器解剖学. 臨床スポーツ医学, 34(6) : 562-573, 2017.
 24. Bell, A. L., Pedersen, D. R., Brand, R. A. : A comparison of the accuracy of several hip center location prediction methods. Journal of Biomechanics, 23 : 617-621, 1990.
 25. Davis, R. B., Öunpuu, S., Tyburski, D. et al. A gait analysis data collection and reduction technique. Human Movement Science, 10 : 575-587, 1991.
 26. Skublewska-Pazkowska, M., Powroznik, P., Smolka, J. et al. : Methodology of 3D Scanning of Intangible Cultural Heritage-The Example of Lazgi Dance. Applied Sciences, 11(23) : 11568(1-17), 2021.
 27. 太田和希, 九鬼靖大, 奥平柁道ら : トレッドミル上におけるランニングの速度増加に伴う骨盤挙動の変容, コーチング学研究, 33(2) : 145-159, 2020.
 28. 佐藤好恵, 藤井徹也, 佐伯香織ら : 殿部筋肉内注射部位における中殿筋表層血管および神経損傷の危険性. 日本看護技術学会誌, 8(2) : 91-96, 2009.
 29. Michael, B., Timothy, L., Kelly, C., et al. : THE USE OF A STATIC MEASURE TO PREDICT FOOT POSTURE AT MIDSUPPORT DURING RUNNING. The International Journal of Sports Physical Therapy, 11(1) : 64-71, 2016.
 30. 西出仁明, 廣瀬泰輔, 山田洋ら : 大学トップランナーの接地動作と競技レベルの関係. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 31 : 13-20, 2019.
 31. 安井柚夏, 白井孝尚, 井尻朋人ら : 歩行開始時の右股関節外側部痛により歩行動作の安定性低下を認めた右大腿骨転子部骨折術後の一症例. 関西理学, 22 : 89-94, 2022.
 32. Carol, A. O. : 山崎敦, 佐藤俊輔, 白星伸一ら監訳 : オーチスのキネシオロジー, 原著第2版, ラウンドフラット, 東京, pp 719-739, 2015.
 33. 伊藤和憲 : ウサギの実験的トリガーポイントから限局して記録された筋電図活動. 明治鍼灸医学, 29 : 69-79, 2001.

34. 鈴木重行：器質的变化に随伴する機能的変化を見分ける評価と治療. 理学療法学, 40(4) : 259-263, 2013.
35. 廣田里子, 伊藤和憲, 勝見泰和：高齢者の慢性腰痛患者に対するトリガーポイント鍼治療の試み - 同一筋上に存在するトリガーポイントと圧痛点の刺激効果の違いについて -. 明治鍼灸医学, 38 : 19-26, 2006.
36. Hubbard, D. R., Berkoff, G. M. : Myofascial trigger points show spontaneous needle EMG activity. Spine, 18(13) : 1803-1807, 1993.
37. Gillian, P., Richard, C. D. : オックスフォード・生理学. 植村慶一 (監訳). 原著第4版, 丸善, 東京, pp 133-138, 2001.
38. 貴邑富好, 根来英雄 : シンプル生理学. 第7版, 南江堂, 東京, pp 101-103, 2016.
39. 貴邑富好, 根来英雄 : シンプル生理学. 第7版, 南江堂, 東京, pp 38-42, 2016.
40. 佐伯徹郎 : ランニングフォームと着地論争. 臨床スポーツ医学, 34(6) : 588-592, 2017.
41. 川喜田健司 : 硬結の成因を探る - トリガーポイントと索状硬結 -. 西条一止, 熊澤孝朗監修 : 鍼灸臨床の科学. 第1版, 医歯薬出版, 東京, pp 417-426, 2000.
42. 佐々木和郎 : 肩こりの研究と鍼灸治療. 西条一止, 熊澤孝朗監修 : 鍼灸臨床の科学. 第1版, 医歯薬出版, 東京, pp 124, 2000.
43. Itoh K, Okada K, Kawakita K : A proposed experimental of myofascial trigger points in human muscle after slow eccentric exercise. Acupuncture in Medicine : journal of the British Medical Acupuncture Society, 22(1) : 2-12, 2004.
44. 前田正登 : 短距離走における足の接地に関する研究. スポーツ方法研究, 12(1) : 193-201, 1999.
45. 千葉智博 : 疾走中における体幹部の動作特性. 弘前医療福祉大学短期大学紀要, 2(1) : 9-16, 2014.
46. 中雄勇人, 小倉庸輔, 谷田彪 : 長距離走における接地動作の違いがパフォーマンスに及ぼす影響. 群馬大学教育学部紀要 芸術・技術・体育・生活科学編, 49 : 85-91, 2014.
47. Richard, B. : An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 27(1) : 217-236, 2016.
48. Terry, L., David, J. : The Anatomy and Biomechanics of Running. Clinical Journal of Sports Medicine, 31 : 187-201, 2012.
49. 佐藤祐輔, 松下幸平, 佐藤正裕ら : 大学野球選手における股関節可動域の特徴と肩関節回旋可動域との関連. 日本アスレティックトレーニング学会誌, 3(1) : 59-66, 2017.
50. 田原典嗣 : 野球選手の肩関節と股関節の関連性. 九州理学療法士作業療法士合同学会誌, 2010(0) : 294-294, 2010.

Effects of acupuncture on the gluteus medius muscle when engaged in running -A comparative study

Naruto Ohmachi^{1), 2)}

¹⁾Department of Naru Clinic of Oriental Medicine

*²⁾Department of Meiji University of Integrative Medicine,
Graduate School of Acupuncture and Moxibustion*

Abstract

Purpose: This study aimed to evaluate the changes in the range of motion of the hip joint after acupuncture treatment on the gluteus medius muscle, based on the results provided by a three-dimensional motion analysis device.

Research subjects: A total of 16 healthy male students who were members of the track and field team of a certain University were randomly divided into an acupuncture intervention, and control group, which eight participants running on the treadmill at 15 km/h, both the groups underwent acupuncture intervention at the center of the gluteus medius muscle, and muscle tone region of the muscle tension side. Thereafter, depending on the angle of the hip joint flexion and extension angles, also adduction and abduction angles during the support period of the running cycle were measured using a three-dimensional motion analysis device. The measurements were repeated after another running session. The duration of measurement was 10 s, after reaching 15 km/h. Statistical analysis was performed for comparisons between groups and also within groups, and effect size were calculated.

Results: No significant difference was observed in the comparison between groups. However, comparison within the acupuncture intervention group of demonstrated significant difference in the non-intervention side, depending on the angle of the hip joint flexion and extension angles, during the pre-support period with a large effect size on both the intervention and non-intervention sides.

Consideration: The present angular variation was anticipated that acupuncture treatment relieved the muscle tension of the gluteus medius muscle, made the movement of the hip joint smoother, and changed depending on the angle of the extension and flexion angles of the hip joint.