

<論文>

# 股関節マイクロ牽引が腰下肢部柔軟性に及ぼす影響

—順序効果を除いた実験デザインによる客観性の検討—

The effect of the micro-force traction on hip joint to flexibility of lower back leg:  
Examination of objectivity using a counterbalanced experimental design for order effects

中 川 達 雄

東亜大学大学院 総合学術研究科  
tatsu-naka@tumh.ac.jp

中 川 貴 雄

宝塚医療大学 保健医療学部 柔道整復学科  
t-nakagawa@tumh.ac.jp

加 藤 雄 一 郎

東亜大学大学院 総合学術研究科  
y.kato@toua-u.ac.jp

## <要 旨>

目的：本研究の目的は、股関節マイクロ牽引が腰下肢部柔軟性に及ぼす影響について、下肢伸展挙上（straight leg raising, SLR）角度測定の際の検者と牽引条件の順序要因を除いた実験デザインを用いて明らかにすることであった。方法：健康男性12名（ $23.1 \pm 1.9$  years）を対象とした。牽引は、右下肢末梢方向に1 kg、または10 kgの牽引強度で施行する2条件であった。検者は、柔道整復学科の男性教員と女子学生の2名とした。実験デザインは、検者と牽引条件の順序効果を除くために被験者間でカウンターバランスをとった。SLR角度は、被験者の下肢を他動的に挙上し、水平面と大腿骨軸のなす角度を測定した。また検者の手掌に加わる圧力から伸張強度を算出した。結果：SLR角度について、検者、牽引条件、牽引前後の要因に対する3要因分散分析を行った結果、牽引前後において主効果が認められ、牽引条件と牽引前後の2つの要因に交互作用が認められた。その他の主効果、交互作用は認められなかった。多重比較の結果、SLR角度は1 kg牽引後に有意に増加したが、10 kg牽引後に変化は認められなかった。また伸張強度は、すべての要因に有意な主効果、交互作用は認められなかった。結論：検者の違いに関わらず、1 kg牽引においてSLR角度が有意に向上したことにより、股関節マイクロ牽引の腰下肢部柔軟性に対する効果の客観性が明らかとなった。

キーワード：マイクロ牽引法、股関節、客観性、SLR角度、伸張強度

## 1. 緒言

股関節は、体重支持、立位保持、歩行など移動動作で常に用いられ、その可動性の善さを保つことが日常生活活動にとって重要である。股関節の可動域は、腰痛や股関節障害などが起こると制限されることが知られている（吉田・見松, 2005；佐藤, 2006；小田, 2002）。それらに対する治療は、モビリゼーション(mobilization)やストレッチングなど様々な徒手療法が用いられている。モビリゼーションは、可動性に制限のある関節に対して、その制限のある方向に他動的な運動を行うことである（Eder & Tilscher, 1997）。ストレッチングは、筋を良好な状態にする目的でその筋を伸長させることである（Anderson, 1981）。しかし、これらの療法は、関節可動運動や筋伸長などが生じるため、刺激に対して敏感な患者にとっては、治療中にリラックスできないことが考えられる。そこで我々は、関節に1 kg程度の微小牽引を10～20秒間加える牽引療法である「マイクロ牽引法」について研究を行っている（写真1）。マイクロ牽引法とは、一般的な牽引療法とは異なり、「患者が牽引されているということを感じない程度の微小な牽引力を用いて、神経学検査、整形学検査、画像診断などでは解明できない関節の痛み、運動異常などの関節症状を治療する方法」である。

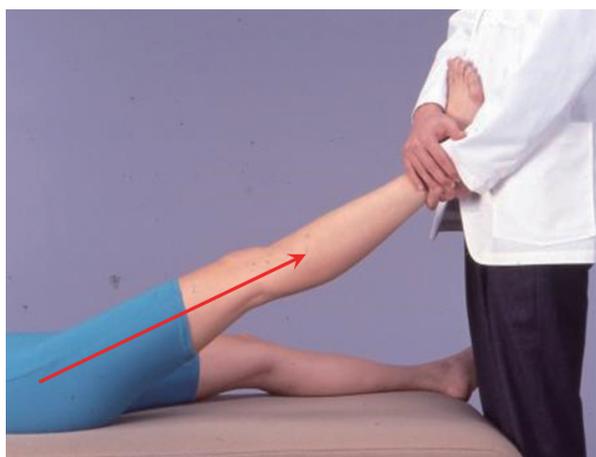


写真1. 徒手による股関節マイクロ牽引（出典：中川ら（2010）. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌より転載許可を得て引用）

股関節マイクロ牽引の先行研究では（中川ら, 2011；中川ら, 2012；中川ら, 2013）、微小牽引後に下肢伸展挙上（straight leg raising,

SLR）角度の有意な向上を示している。健常者のSLR角度の制限因子として考えられるのが、ハムストリングス、殿筋等の股関節周囲筋や靭帯、脊柱起立筋等の背部筋の緊張である。つまり、SLR角度の向上は、これらの緊張がとれ、腰下肢部の柔軟性が改善していることを意味する。このように関節可動域を正確に測定することは、重要である。しかし、検者が身体部位を他動的に動かす関節可動域の測定では、身体部位へ加える力の大きさや、角度計測の技術的な差異から測定誤差が生じること（小野ら, 2000；宮前・小川, 1979；Gajdosk & Bohanmon, 1987）、目的とする関節運動の不全を補助する代償運動によって誤差が生じることが報告されている（Gajdosk & Mell, 1984）。先行研究では（中川ら, 2011；中川ら, 2012；中川ら, 2013）、SLR角度の測定は、同一検者によるものであったため、検者間に生じる関節可動域の測定誤差や客観性の問題が考えられる。また先行研究では、1 kg牽引、10 kg牽引の順序で牽引が行われているため、順序効果の影響も考慮されていない。したがって、これらの要因について検討し、股関節マイクロ牽引のSLR角度に対する効果の客観性を示す必要がある。これらの問題点を解決するためには、同一被験者に対し、SLR角度の測定を2名の検者で行い、牽引条件間と検者間の順序効果についてカウンターバランスを用いて相殺する必要がある。

本研究の目的は、2名の検者による1 kg, 10 kg牽引後のSLR角度について、牽引条件と検者の順序効果を除く実験デザインを用いて検討することにより、股関節マイクロ牽引が腰下肢部柔軟性に及ぼす影響の客観性を明らかにすることであった。

## 2. 方法

### 1) 被験者

被験者は、下肢や腰部に傷害をもたない健康男性12名（ $23.1 \pm 1.9$  years）とした。被験者の身体特性は、身長  $171.2 \pm 3.0$  cm、体重  $59.2 \pm 5.7$  kg、右転子果長  $81.1 \pm 2.4$  cmであった。

被験者には研究の趣旨および方法を口頭で説明し、文章で同意を得たのちに実験を実施した。本研究は明治国際医療大学研究倫理委員会において承認を得た上で実施した（受付番号 21-32-1）

## 2) 股関節牽引方法

牽引は、牽引強度を定量的に施行するために、自動間欠牽引装置（OG 技研社製、OL-1100）を用いた（写真 2）。牽引強度は、股関節マイクロ牽引の強度である 1 kg、一般的な強度である 10 kg（注 1）の 2 条件とした。被験者は、まず仰臥位で右股関節の SLR 角度の測定を受けた後、右下肢を傾斜台にのせた。股関節に負担の少ない肢位で牽引するため、股関節を屈曲 30°、外転・内転中間位（注 2）、内旋・外旋中間位に設定した（Magee, 2008）。足部に下肢牽引装置の装具を装着した後、被験者が感じている徒手の牽引力と、牽引装置による牽引力に差がないことを確認し、牽引を 20 秒間施行した（写真 2）。もし感覚に差があった場合は、固定をやり直し、感覚に差が無いことを再度確認した後、牽引を施行した。被験者を 4 つのグループに分け、牽引条件と検者の順序をカウンターバランスした（図 1）。半数の被験者は、1 kg 牽引の後、10 kg 牽引を行い、残りの半数の被験者は 10 kg 牽引の後、1 kg 牽引を行った。各牽引条件は、1 週間以上の期間を空けて実施した。

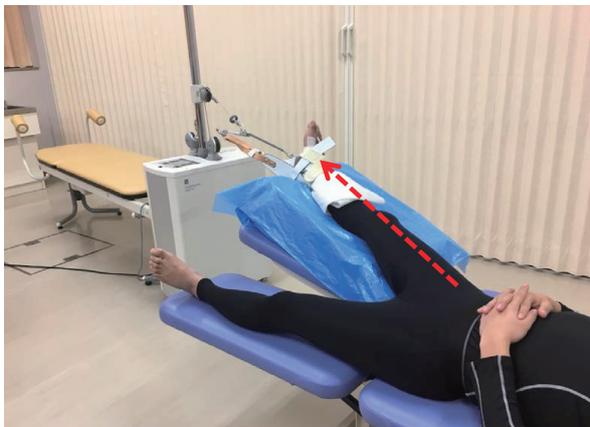


写真 2. 牽引装置による股関節マイクロ牽引の施行風景

### グループ I

1kg牽引条件				10kg牽引条件			
N=3	①検者A	1W	②検者B	1W	③検者A	1W	④検者B

### グループ II

10kg牽引条件				1kg牽引条件			
N=3	①検者A	1W	②検者B	1W	③検者A	1W	④検者B

### グループ III

1kg牽引条件				10kg牽引条件			
N=3	①検者B	1W	②検者A	1W	③検者B	1W	④検者A

### グループ IV

10kg牽引条件				1kg牽引条件			
N=3	①検者B	1W	②検者A	1W	③検者B	1W	④検者A

図 1. カウンターバランスを用いた実験プロトコル

## 3) SLR 角度の測定方法

検者は、SLR 角度測定 of 技術を習得している臨床経験 7 年目の男性柔道整復学科教員（検者 A）と柔道整復学科 4 回生の女子学生（検者 B）の 2 名とした。学生に対する実技教育では、SLR 角度測定時のエンドフィール圧が教員と同様になるよう、繰り返し練習させた。被験者を仰臥位に寝かせた状態で、下腿の外果部直上に傾斜角度計（日本メディックス社製、MF-139AA）を固定し、水平面が基準になるように設定した。検者は、被験者の両下肢が伸展した状態で、両膝が屈曲しないように注意し、右下肢を他動運動で最終可動域まで挙上し、抵抗感が生じるところで角度測定を行った。SLR 角度の測定には、傾斜角度計を用い、体幹と平行な軸と大腿骨軸のなす角度を測定した（写真 3）。SLR 角度の測定値と牽引条件は、検者 2 名が互いの結果を知られないように秘匿した。右股関節 SLR 角度の測定は、牽引前後に 1 回ずつ実施し、1 度単位で計測した。1 つの牽引条件に対して、半数の被験者は検者 A、検者 B の順で測定され、残りの半数は、検者 B、検者 A の順で測定が行われた。検者間の測定期間は、1 週間以上空けた。

また、SLR 角度を測る際、下肢の重力による修飾を避けるために検者の手掌にかかった圧力を徒手筋力測定器（日本メディックス社製、パワートラック II）で計測した。Halbertsma et al. (1997) の方法を用い、最大 SLR 角度での下肢の抵抗力（伸張強度 (Nm)）を次の式で算出した。

$$\text{伸張強度} = \{ \text{SLR 角度測定時圧} - \text{下肢水平時圧} \cdot \cos(\text{SLR 角度}) \} \cdot \text{転子果長}$$

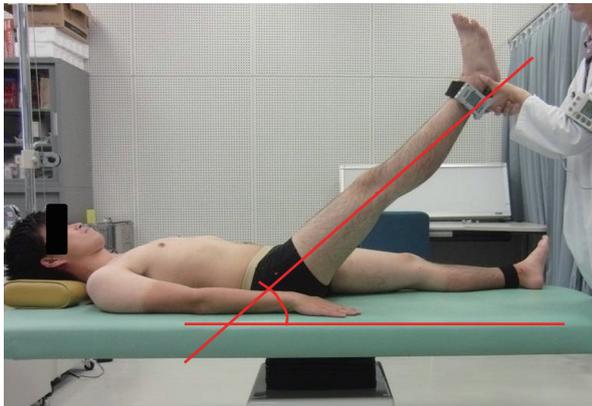


写真3. 腰下肢部柔軟性 (SLR 角度) 測定方法

#### 4) 統計分析

SLR 角度と伸張強度について、検者の違い (検者 A, 検者 B), 牽引条件の違い (1 kg, 10 kg 条件), 牽引前後の違いによる繰り返しありの 3 要因分散分析を行った。有意な F 値が得られた場合、Bonferroni 法による多重比較検定を行った (IBM, SPSS 19 J for Windows)。統計的有意水準は 5% 未満とした。

### 3. 結果

SLR 角度について、検者、牽引条件、牽引前後の要因に対する 3 要因分散分析を行った結果、牽引前後において主効果が認められ ( $F(1, 11) = 70.92, p < 0.01$ ), 牽引条件と牽引前後の 2 つの要因に交互作用が認められた ( $F(1, 11) = 41.75, p < 0.01$ )。その他の主効果、交互作用については有意な F 値が認められなかった。多重比較の結果、SLR 角度は、1 kg 牽引条件において牽引前 ( $56^\circ$ ) より牽引後 ( $67^\circ$ ) の方が有意に大きかったが、10 kg 牽引条件においては、牽引前後で有意な差異は認められなかった (表 1)。つまり、両検者 (検者 A・検者 B) の測定値に牽引条件による有意な差異は認められなかった。

伸張強度について 3 要因分散分析を行った結果、すべての要因に有意な主効果、交互作用は認められなかった (表 1)。つまり SLR 角度測定時の伸張強度は、全ての条件で同じであった。

表 1. 検者 A と検者 B における 1 kg 牽引, 10 kg 牽引条件による牽引前後の SLR 角度, 伸張強度

n=12	牽引条件	検者 A		検者 B	
		前	後	前	後
SLR 角度 ( $^\circ$ )	1 kg	55.8±10.8	66.1±9.5	57.0±11.1	67.0±11.4
	10 kg	56.0±12.3	58.0±11.6	57.5±10.6	60.8±9.0
伸張強度 (Nm)	1 kg	16.4±2.7	17.0±3.4	16.9±2.7	17.5±3.7
	10 kg	16.1±2.7	17.6±4.4	16.6±2.9	18.2±3.4

値は平均値±標準偏差

表 1. 検者 A と検者 B における 1 kg 牽引, 10 kg 牽引条件による牽引前後の SLR 角度, 伸張強度

### 4. 考察

股関節マイクロ牽引 (1 kg 牽引) が腰下肢部柔軟性 (SLR 角度) に及ぼす影響について、検者の要因と牽引条件の要因の順序効果を除く実験デザイン (カウンターバランス) を用いて検討し、検者の違いに関わらず、1 kg 牽引が SLR 角度を有意に向上させることが認められた。先行研究では (中川ら, 2011; 中川ら, 2012; 中川ら, 2013), SLR 角度は常に 1 名の検者で測定するという客観性の問題点があった。しかし、本研究における SLR 角度に検者間の差異は認められず、股関節マイクロ牽引が腰下肢部柔軟性に与える効果の客観性が確認された。この要因の一つとして、検者 2 名のエンドフィール感覚が実技教育で統一されていたことが考えられる。エンドフィールとは、SLR 角度測定時に下肢挙上の最終可動域で感じる抵抗感のことである。一般的に関節可動域の測定誤差は  $4.5^\circ$  とされ (洲川・石神, 1996; 山崎, 1987),  $10^\circ$  以内とするものもある (宮前・小川, 1978; Wilmer & Elkins, 1947; 道山・久米, 1997)。本研究において検者 A と検者 B の測定値の差異は  $1-2^\circ$  であり、かなり精度が高く関節可動域を測定できていたと示唆される。また、関節可動域の測定における再現性は、同一検者内よりも検者間の方が低くなることが報告されているが (Gajdosik & Bohamon, 1987), 検者が被験者のエンドフィールを感じながら測定することで高くなることが報告されている (神谷・巽, 2015)。つまり、このエンドフィールを使った測定方法が客観性を高めていると示唆される。エンドフィールにあたる検者の手

掌にかかった最大 SLR 角度での下肢抵抗力(伸張強度)には,すべての要因に有意な主効果,交互作用は認められなかった。つまり,検者2名は,同じ程度のエンドフィールを感じながら SLR 角度の測定ができていたと考えられる。さらに,重島ら(2007)は,SLR 角度,股関節屈曲可動域の測定における学生と理学療法士の差異を検討し,傾斜角度計を用いることの有用性を示している。本研究においても SLR 角度の測定に傾斜角度計を用いたことで検者間の測定誤差が小さくなったと考えられる。

また,先行研究では,これまで 1 kg, 10 kg の順序で牽引が行われていたという測定順序の問題点があった(中川ら, 2011; 中川ら, 2012; 中川ら, 2013)。本研究の結果は,この順序効果を相殺した上で,股関節マイクロ牽引(1 kg 牽引)が腰下肢部柔軟性を向上させることを示したが,10 kg 牽引では向上がみられなかった。股関節マイクロ牽引では,被験者の内省報告においてほとんどの者が「牽引感を感じない」と答えている。また,牽引肢位は,屈曲 30°, 外転 30°, 軽度外旋の肢位であった。この肢位は,股関節ゆるみの肢位(loose-packed position)と呼ばれ,関節に生じるストレスが最小であり,関節包や靭帯が緩み,関節面が最も離開しているため,外力によって容易に動揺することが報告されている(Magee, 2008)。この外力によって容易に動揺し易い状況下で,被験者が「牽引感を感じない」程度の長軸牽引が,股関節アライメントの整合性を向上させ,関節可動域制限因子を除去したと考えられる。一方,Goldie & Reichmann (1977)は,頸椎牽引で 15.3kg の高牽引力でも X 線学的に椎間板高の開大を見ない症例が多いことを報告し,牽引中に頸部周囲筋が収縮するためではないかと推察している。また岡崎ら(1969)は,牽引力を増していくと頸部脊柱の長さが短縮する傾向を示す症例があることを報告し,頸部周囲筋の反射的筋収縮の可能性を示唆している。つまり,強い力による牽引では,牽引部位が引つ張られることに対抗する防御的活動が行われていることが推察される。このことより,10 kg 牽引では,股関節周囲筋や靭帯,関節包の緊張をも

たらし,腰下肢部柔軟性を改善させなかったのではないかと考えられる。

## 文献

- Anderson, B. (1981). ボブ・アンダーソンのストレッチング(堀居 昭(訳)), Book house HD.
- Eder, M., & Tilscher, H. (1997). カイロプラクティック・セラピー診断と治療(中川貴雄(翻訳)). 科学新聞社, 60-61.
- Gajdosik, R. L., & Bohannon, R. W. (1987). Clinical measurement of range of motion. *Phys Ther*, 67, 1867-1872.
- Gajdosik, R. L., Mell, D. (1984). Stabilization of the trunk and pelvis while measuring hip internal rotation. Suggestion from the field. *Physical Therapy*. 64, 49.
- Goldie, I. F., & Reichmann, S. (1977). The biomechanical influence of traction on the cervical spine. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 9, 31-34.
- Halbertsma, J. P., Mulder, I., Göeken, L. N., & Eisma, W. H. (1997). Repeated passive stretching: Acute effect on the passive muscle and extensibility of short hamstrings: *Arch Phys Med Rehabil*, 80, 407-414.
- 神谷晃央, 巽 雅子, (2015). 角度計を用いた関節可動域測定前に左右の可動域を比較する ROM 測定法の信頼性, 石川県理学療法学会誌, 15 (1), 25-29.
- Magee, J. D. (2008). *Orthopedic Physical Assessment*, Saunders, 5, 54-55.
- 道山典功, 久米正志. (1997). 臨床実習活動における論理分析の利用. *理学療法学*, 24, 172.
- 宮前珠子, 小川恵子. (1978). 関節可動域測定の信頼性. *理・作・療法*, 12 (2), 139-144.
- 中川達雄, 佐藤憲三, 角谷和幸, 中川貴雄. (2011). 股関節マイクロ牽引法が関節可動域に及ぼす影響. *日本カイロプラクティック徒手医学会誌*, 12, 52-57.
- 中川達雄, 佐藤憲三, 中川貴雄. (2012). 股関

節マイクロ牽引法が体幹の前屈可動域に及ぼす影響. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌, 13, 43-49.

中川達雄, 中川貴雄, 佐藤憲三, 大木琢也. (2013). 股関節マイクロ牽引法が脊柱可動域に及ぼす影響: マイクロ牽引法の有用性 第3報. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌, 14, 42-49.

小田桂吾. (2002). 高校ラグビー選手の柔軟性と腰痛の関連性について. 日本臨床スポーツ医学誌, 10 (3), 519-523.

岡崎清二, 秋田定男, 今江道宣. (1969). 頸肩腕症候群に対する頸部牽引療法について. 整形外科, 20, 900-905.

小野武也, 青山 宏, 駒沢治夫, 大島義彦. (2000). 足関節背屈可動域の測定誤差に関する検討. 山形保健医療研究, 3, 55-57.

佐藤奈津子. (2006). SLR を応用した腰痛治療の評価法. 日本カイロプラクティック徒手医学会誌, 7, 35-38.

重島晃史, 坂上 昇, 山本 巖. (2007). 関節可動域測定における傾斜計の有用性: 検者間信頼性と測定時間の検討. 高知県理学療法, 14, 45-50.

洲川明久, 石神重信. (1996). 関節可動域測定・徒手筋力検査. 米本恭三, 岩谷 力, 石神重信, 西村尚志, 石田暉, 宮野佐年 (編)「別冊リハビリテーションにおける評価」. 医歯薬出版, 77-88.

Wilmer, H. A. & Elkins, E. C. (1947). An optical goniometer for observing range of motion of joints. Arch Phys Med Rehabil, 28, 695.

山崎信寿. (1987). 関節可動域の計測手法とその問題点. バイオメカニズム学会誌, 11 (1), 3-8.

柳澤 健. (2009). 理学療法ゴールドマスターテキスト3 物理療法学. メジカルビュー社, 123-130.

吉田 徹, 見松健太郎. (2005). 急性腰痛(ぎっくり腰)に対する治療 90 - 90 牽引療法を中心に. MBOrthop, 18, 37-45.

(注1) 一般的には, 腰椎牽引では体重の1/5 ~ 1/2、頸椎では体重の1/10~1/5の範囲で牽引強度が設定されており(柳澤, 2009), 体重の1/5の牽引強度が共通して採用されている。本研究では, 被験者の体重に関わらず股関節マイクロ牽引の強度を1 kgに設定しているため, 対照条件の牽引強度は, 被験者の平均体重の約1/5である10 kgで統一した。

(注2) 股関節屈曲30°で, 最大外転・内転角度を他動的に測定し, その中間位とした。股関節外転約30°となる。

Effect of micro-force traction on the hip joint on the flexibility of the lower back and leg : objective examination using a counterbalanced experimental design for order effects

Tatsuo NAKAGAWA

Graduate School of Integrated Science and Art, University of East Asia

Takao NAKAGAWA

Faculty of Health Care, Takarazuka University of Medical and Health Care

Yuichiro KATO

Graduate School of Integrated Science and Art, University of East Asia

#### Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to investigate the effect of micro-force traction on the hip joint on the flexibility of the lower back and leg using experimental design excluding order effect of examiner and traction conditions. **Methods:** Twelve male subjects ( $23.1 \pm 1.9$  years) participated in this study. The right hip joint was subjected with 1 and 10 kg tractions for 20 seconds each using an automatic traction system. The straight-leg raising (SLR) angle of the right leg was measured by two examiners (clinical expert and university student). The orders of examiners and traction conditions were counterbalanced between subjects. The examiner gently lifted the subject's lower limb and measured the angle between the horizontal plane and the femoral axis. The passive muscle moment was calculated from the force transducer attached to the examiner's hand. **Results:** The analysis of variance for the SLR angle showed a significant main effect of the traction period and an interaction between the traction condition and period. The SLR angle after the traction increased in 1-kg condition but not in the 10-kg condition. No

significant main effects or interactions were observed for the passive muscle moment. **Conclusion:** The SLR angle was significantly improved in 1 kg traction condition although examiners were different. The objectivity of the effect of micro-force traction on the flexibility of the lower back and leg was clarified.

Key words : Micro-force traction, hip joint, objectivity, SLR angle, passive muscle moment