

片側足関節固定中における対側下腿への影響について

——立ち上がり動作時のヒラメ筋における検討——

長須 達也・清水 匠太・郡 佳子・甲斐 範光

帝京短期大学 ライフケア学科

【抄録】

【はじめに】立ち上がり動作は、日常生活の中で頻繁に行われる動作の一つであり、立位となる前段階での重要な動作である。片麻痺者による立ち上がりでは、健常者と比較してヒラメ筋の筋活動に変化が生じるとされる。種々の疾患の治療として行われる足関節ギプス固定時では、安定性の異なる条件で立ち上がることが必要となり、立ち上がり動作を困難とすることが予想される。本研究の目的は、損傷部位と仮定した片側ギプス固定に対して、反対側の下腿への影響をヒラメ筋の筋活動から調査することとした。

【方法】成人健常者（5人の男性・女性；20-33歳）に対して、裸足条件（None）と右足関節固定条件（Cast）の2条件下で椅子からの立ち上がり、腰掛ける動作を行った。立ち上がりの動作は、連続で10回行い、休憩を挟んで2回行った。筋電図電極を左右のヒラメ筋（Soleus）に貼付し、表面筋電図（EMG）を測定した。10回実施した動作時のRoot mean square（RMS）と最大値を求め、2回の平均値を採用した。

【結果】NoneとCastのヒラメ筋RMSの比較において、左右に減少を認めるも有意な差を認めなかった。NoneとCastにおけるヒラメ筋最大値の比較においては、有意ではないが減少を認めた。

【考察】これらの結果は、固定による立ち上がりの安定性の変化により、片側固定対して対側ヒラメ筋の活動が強く抑制された可能性が示唆された。

【キーワード】立ち上がり、EMG、ギプス固定、ヒラメ筋

緒言

立ち上がりの動作は、日常生活の中で頻繁に行われる動作の一つであり、立位となる前段階での重要な動作であり、ヒトらしい自立した生活を送るための必要不可欠な動作とされる¹⁾。各個人がもつ関節可動域障害や筋力低下によっては、動作が難渋となる場合がある²⁾とされ、立ち上がり動作の維持は、生活の質（QOL）を保つために非常に重要であり、維持させる起点である³⁾。立ち上がりは、4つの相と筋活動パターンに分けられ、屈曲相として体幹前屈、離殿相として離殿と重心移動、伸展相として下肢・体幹伸展、安定相は立位の安定であると報告されている⁴⁾。

筋活動については、星ら⁵⁾は、椅子からの立ち上がり動作時の下肢の筋活動について、立ち上がり動作開始時の体幹前傾と重心位置を前下

方へ移動させる原動力となっている筋群として、縫工筋、大腿直筋、前脛骨筋が重要な役割を果たしていると報告している。立ち上がり動作の筋活動は、片麻痺者においては筋活動の平均開始時間が前脛骨筋では著しく遅延し、離殿相後に活動するヒラメ筋が、早くあるいは過剰な活性化を示すとされる⁶⁾。また、ヒラメ筋の筋力低下により足を床に安定させることができないと、体幹の前進運動に支障をきたす可能性がある⁷⁾。

種々の疾患の治療として行われる足関節ギプス固定時には、安定性の異なる条件で立ち上がることが必要となり、その要素によって立ち上がり動作を困難にすることが予想される⁸⁾。足関節ギプス固定による筋活動の影響について検討した報告は少なく、患側固定に対する健側の影響を調べた報告はない。

そこで本研究では、損傷部位と仮定した片側

ギプス固定に対して、反対側の下腿への影響をヒラメ筋の筋活動から検討することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

下肢に整形外科的疾患および疼痛や外傷などの既往がない健常成人5名（男性3名，女性2名）を対象とした。[年齢は20歳～33歳（平均 22.4 ± 5.9 ）身長は 1.64 ± 9.8 m，体重は 66.2 ± 14.5 kgであった。]

2. 方法

(1) 実験手順

裸足条件（以下：None）および右足関節固定条件（以下：Cast）の2条件下に、椅子からの立ち上がり，腰掛ける動作を行った。立ち上がり動作は，数回の練習後に休息を設け，連続で10回行い，休憩を挟んで2回測定を行った。立ち上がり動作は先行研究⁹⁾を参考に，安定している椅子に浅く腰掛け，足を肩幅より少し広く開き，上半身が前傾姿勢になり過ぎないように注意して行った。

(2) 計測機器・測定

本被験筋は，足関節周囲筋で導出可能である

両側のヒラメ筋（Soleus）とし，立ち上がって腰掛ける動作の10回の動作時の筋活動量を測定した。

表面筋電図の測定は，皮膚処理を十分（皮膚抵抗 5Ω 以下）に行った上で，筋電図ディスプレイ電極（Mビトロード日本光電社製）を貼付した。電極位置はヒラメ筋を記録した先行研究¹⁰⁾を参考に，腓腹筋の内側頭と外側頭の谷の部分に筋走行に沿って電極間の距離を約2cmとした。筋電図は，生体増幅装置（RMP-6008M，日本光電社製）を使用し，筋電図の信号は，A-D変換機（Power Lab4: AD社製 Instruments）を用いて記録し，後日解析ソフト（Lab Chart7: AD社製 Instruments）で解析した。測定した全波形を全波整流後，10回実施した動作時のRoot mean square（以下RMS），最大値（Hz）を求めた。2回の平均値を採用して，本研究における正規化を図った。

(3) 足関節固定方法

右足関節の固定にはALCARE社製プラスチックギプス（キャストライト α ），ギプス用綿包帯（オルテックス），メリヤス編みチューブ包帯（ストッキネット）を使用し，被験者の右下肢を腓骨頭下部からMP関節部まで足関節底背屈中間位にて固定した。ギプス固定後，静止座位にて荷重を加えて足底面を平坦にした。

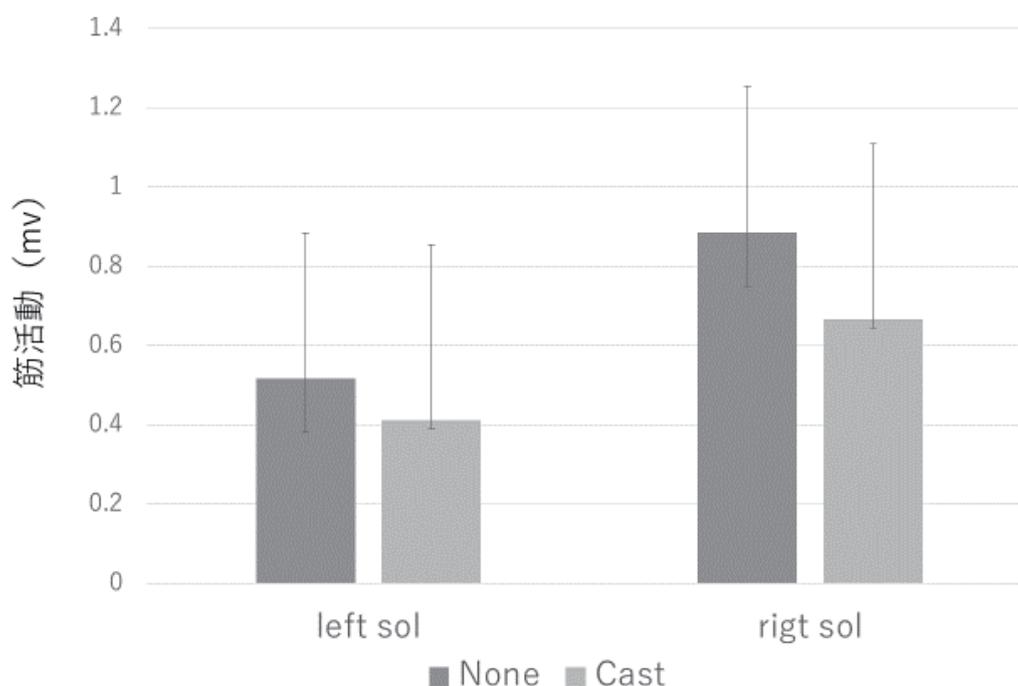


Figure 1. 裸足条件（None）と右足関節固定条件（Cast）における左右 Soleus RMS 比較

(4) 統計方法

測定で得られた値は全て平均値±標準偏差 (Mean±標準偏差) で表し、統計処理には EZR を用いた。筋活動量の比較は、正規性の検定を行った後、正規性があった場合は対応のある t 検定を、なかった場合は Wilcoxon の符号付き順位検定を用いて比較した。有意水準は 5%未満とした。

3. 倫理的配慮

対象者には本研究の趣旨と内容、個人情報の漏洩への注意などを十分に説明した。また、研究の参加には自由意志であり、研究同意の撤回がいつでも可能なことを説明し、書面にて同意を得てから開始した。

Ⅲ. 結果

1) None と Cast における Soleus RMS の比較

左 Soleus の None と Cast における RMS の比較を Figure 1 に示す。左 Soleus の RMS は、None においては、 $0.52 \pm 0.37 \text{mv}$ 、Cast では $0.41 \pm 0.14 \text{mv}$ となり、減少を認めるも有意な差は認めなかった ($p < 0.05$)。右 Soleus では、None においては $0.89 \pm 0.44 \text{mv}$ 、Cast では $0.67 \pm 0.02 \text{mv}$ であり、有意な差は認めなかった ($p < 0.05$)。

2) None と Cast における Soleus 最大値の比較

左 Soleus の None と Cast の最大値の比較を Figure 2 に示す。左 Soleus の最大値は、None において $6.31 \pm 9.28 \text{mv}$ 、Cast では $2.57 \pm 1.16 \text{mv}$ であり、減少をみとめた。右 Soleus では、None で $5.68 \pm 8.13 \text{mv}$ 、Cast においては $1.70 \pm 1.15 \text{mv}$ であり、減少を認めるも有意な差は認めなかった ($p < 0.05$)。

Ⅳ. 考察

本研究の目的は、片側ギプス固定に対して、反対側の下腿への影響をヒラメ筋の筋活動から検討することであった。本研究の結果より、10 回の立ち上がり動作時の RMS において、None と Cast に有意な増加や減少を認めず、最大値の比較においても、左ヒラメ筋の None と Cast において減少を認めるも有意な差は生じなかった。この結果は、片側へのギプス固定が対側のヒラメ筋において、椅子からの立ち上がりへの影響を大きく生じさせなかったと推察される。しかし、固定を行った右ヒラメ筋においても、固定による影響が有意に生じなかった。立ち上がり動作について筋電図学的解析を行った報告¹⁾では、体幹の重心を鉛直上に移動させると、立ち上がりの主動筋として常に活動している大殿筋

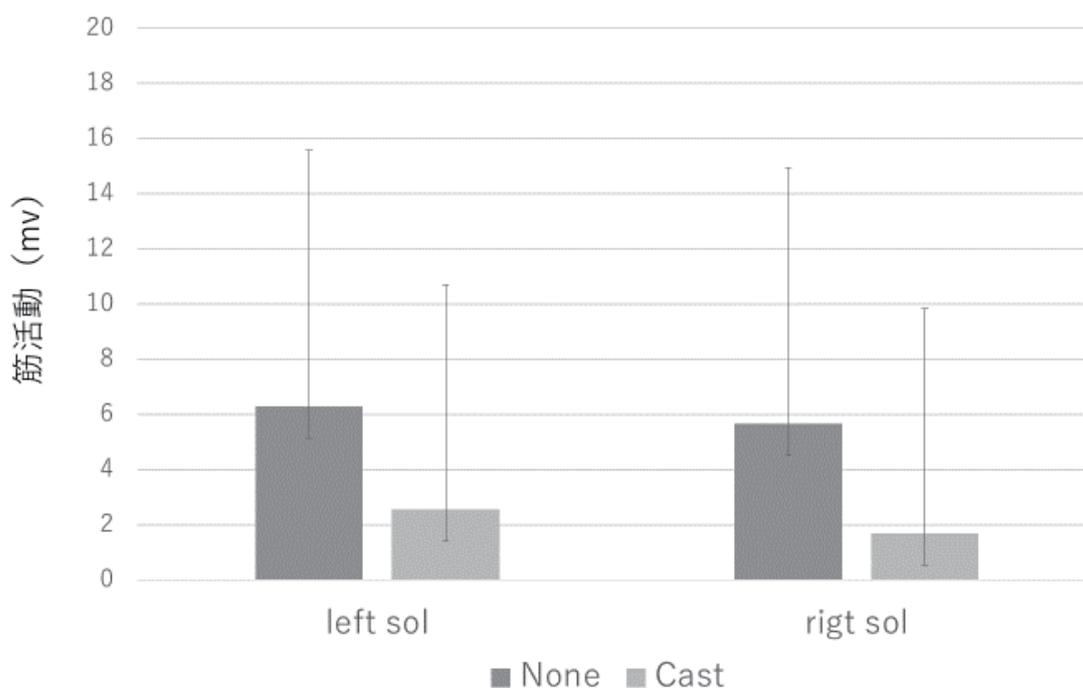


Figure 2. 裸足条件 (None) と右足固定条件 (Cast) における左右 Soleus 最大値比較

や内側ハムストリングスにほとんど活動を認めず、下腿筋群である前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋の活動も確認できなかったとしている。踵および足関節が作用点となっている重心の体幹保持には足関節の筋群が関与しないと報告しており、ギプス固定を行うと通常踵重心となると考えられる。本研究における片側ギプス固定下での立ち上がり動作では、通常と異なる重心の変化が生じ、健側においても影響を生じさせた可能性がある。

最大値においては、左右共に None に比べて Cast において有意ではないが減少傾向を認めた。立ち上がり動作開始の下腿筋活動の報告¹¹⁾では、前面筋である前脛骨筋の増大だけでなく、後面筋であるヒラメ筋活動の抑制が寄与することが示唆されたとの報告がなされている。Cast において、筋活動の最大値が増加しない本研究の結果は、ヒラメ筋活動が抑制されていることが考えられる。ヒラメ筋は単関節筋であり、大きな運動でなく関節の固定に作用する¹²⁾とされている。中江ら¹³⁾は、端座位と立位でのヒラメ筋積分筋電図に有意差を認めなかったと報告しており、単関節筋であることで、姿勢の違いにおける張力-長さの関係に差異がないことが影響したと推察している。本研究の足関節固定では、張力-長さの関係に差異を生じさせなかったと考えられる。

本研究の結果から、片側固定により対側ヒラメ筋により強い活動抑制が生じた可能性が示唆された。また、固定側と非固定側では筋活動の増減変化に異なった要素が影響している可能性がある。そのため、活動増大と抑制に関しては、立ち上がりや固定によって生じる関節運動に関係する他の筋活動の増大や減少を測定する必要がある。大石ら¹⁴⁾は、左足関節外果骨折後の健側下肢の疼痛について報告しており、片側固定による対側への影響は臨床の現場で遭遇することは多い。さらに検証するため、筋活動と体重移動の同期性や、H波などの誘発筋電図による検討を行う必要があり今後の課題である。

【謝辞】

稿を終えるにあたり、実験に協力いただきました皆様に深謝いたしますとともに、適切なご助言ご指導をくださいました東邦大学名誉教授室増男先生に心より深謝申し上げます。

【文献】

- 1) 阿部友和・小出卓弥・古川公宣・越智亮・大島徹・藤川智彦 (2014) 立ち上がり動作時における大腿直筋の平行リンク機能 日本ロボット学会誌, 32(2), 190-197
- 2) 清水智人・宮崎純弥 (2013) タイプの異なる椅子が立ち上がり時の筋活動に与える影響 理学療法, 20, 43-46
- 3) 細田多穂・植松光俊・江西一成・中江誠 (2008) 中枢神経障害理学療法テキスト 南江堂 p.63
- 4) M Schenkman et al. (1990) Whole-body movements during rising to standing from sitting. Physical Therapy. Volume 70. Number
- 5) 星文彦・山中雅智・高橋光彦・高橋正明・福田修・和田龍彦 (1992) 椅子からの立ち上がり動作に関する運動分析 理学療法科学, 19(1), 43-48
- 6) Pao-Tsai Cheng et al. (2004) Leg Muscle Activation Patterns of Sit-to-Stand Movement in Stroke Patients. Am J Phys Med Rehabilitation. 83(1). 10-16
- 7) M M Khemlani et al. (1999) Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. Clinical Biomechanics, 14(4), 236-246
- 8) 長谷川正哉・金井秀作・坂口顕・沖貞明・石倉隆・大塚彰 (2006) 片側足関節固定中における片松葉杖歩行時の運動力学分析 理学療法科学, 21(2), 191-195
- 9) 遠藤英俊・細野昇編 公益社団法人全国柔道整復学校協会監修 (2016) 柔道整復師と機能訓練指導 - 機能訓練指導員養成テキスト - 南江堂 p198
- 10) 鈴木俊明・才藤栄一 (2000) 誘発筋電図検査 (F波, H波) の検査方法に関するガイドライン - 国際臨床神経生理学学会の報告から - 理学療法科学, 15(4), 187-192
- 11) 山寄勉 (2004) 整形外科理学療法の理論と技術 メジカルビュー, p183
- 12) 塙大樹他 椅子からの立ち上がり動作開始時における筋活動の変化 (2012) 関東甲信越ブロック理学療法士学会, 31(0), 216
- 13) 中江秀幸・村田伸・甲斐義浩・相馬正之・佐藤洋介 (2013) 端座位と立位における足趾把持力と足関節周囲筋の筋活動の比

較, Japanese Journal of Health Promotion and
Physical Therapy, Vol.3, 11-14

- 14) 大石健太他 左足関節外果骨折後, 患側だ
けでなく健側下肢にも疼痛を呈した一症例
(2018) 第 53 回日本理学療法学会大会抄録集

Effect of the contralateral lower leg during the ankle cast immobilization

Tatsuya NAGASU • Shota SHIMIZU • Yoshiko KOORI • Norimitsu KAI

Department of Life Care, Teikyo Junior College.

【abstract】

【Purpose】 This research examined the relationship between sit-to-stand movement and the strength of the contralateral lower limbs during ankle cast immobilization.

【Methods】 The sit-to-stand movements of healthy adults between cast immobilization and non-plaster cast immobilization were compared. Surface electromyography (EMG) data were collected from one pair of muscles (soleus) using electrodes.

【Results】 No left-right change was observed in the comparison of soleus RMS between the “None” and “Cast” groups. A decrease in the amplitude of EMG signals was observed in the comparison of soleus muscle maxima in the “None” and “Cast” groups.

【Discussion/Conclusion】 These results suggest that the change in stability with immobilization may have increased the suppression of contralateral soleus muscle activity with unilateral cast immobilization

【Key words】 Sit-to-stand, Soleus, Cast immobilization