

# 足関節の肢位の違いが、スライダーボードを使用した膝関節自動関節可動域練習時の筋活動に与える影響

川崎由希<sup>1)</sup>，光田尚代<sup>1)</sup>，井尻朋人<sup>1),2)</sup>，鈴木俊明<sup>3)</sup>

1) 医療法人寿山会 喜馬病院 法人リハビリテーション部

2) 広島大学大学院 医歯薬保健学研究科，3) 関西医療大学大学院 保健医療学研究科

**キーワード:**膝関節・スライダーボード・自動関節可動域練習

## はじめに

近年では、人工膝関節全置換術(Total Knee Arthroplasty, 以下 TKA)の術後患者の治療において、自動関節可動域練習が推奨されている<sup>1)2)</sup>。当院ではTKA術後の理学療法を行うにあたって、Daviesら<sup>3)</sup>の方法と同様に四輪の低摩擦で駆動するボード(以下、スライダーボード)を使用した座位での自動膝関節可動域練習を行うことが多い。しかし、その実施中における膝以外の関節の肢位や姿勢に関して詳細に設定された研究報告は見当たらず、臨床場面では患者個人が行いやすい方法に委ねているのが現状である。一般的な自動関節可動域練習では、「拮抗筋の収縮を抑制し、二次的な関節可動域制限、または関節可動域改善の遅延を防ぐことが重要である」と言われている<sup>4)</sup>。しかし、スライダーボードを使用した自動関節可動域練習では、拮抗筋の筋活動を加味した適切な肢位は明確になっていない。特に足関節は肢位が統一されていないことが多く、その肢位によって膝関節周囲の筋活動が変化する報告もみられる<sup>5),6)</sup>。そこで、今回は座位でのスライダーボードを使用した自動膝関節可動域練習において、足関節の肢位の違いが筋活動に与える影響を明確にすることを目的とした。

## 方法

課題は、右膝関節自動屈曲・伸展運動でスライダーボードを前後に滑らせる運動を、足関節背屈位・底屈位の2条件で行った(図1)。そして、課題中の膝関節周囲の筋活動および膝関節最大屈曲・伸展角度を足関節背屈位・底屈位の2条件で比較した。対象は健常男性12名(年齢 $24.2 \pm 1.0$ 歳)とした。課題の開始姿勢は、両股関節・膝関節屈曲90度でスライダーボードの中央に足部を乗せた端座位とした。課題は、右膝関節自動屈曲・伸展運動でスライダーボードを前後に滑らせる運動とした。速度は、膝関節最大伸展位から最大屈曲位までの屈曲運動を1秒、最大屈曲位からの最大伸展位までの伸展運動を1秒とした往復2秒の運動となるようにメトロノ



図1: 課題実施方法

ームを用いて規定し、計10往復施行した。

課題中の筋活動は、表面筋電計(キッセイコムテック社、MQ-8)を使用し、右内側広筋、外側広筋、大腿二頭筋長頭、半腱様筋、半膜様筋、腓腹筋内側・外側頭を計測した。また、課題中の膝関節最大屈曲・伸展角度をImage Jで計測した。

統計学的検討は統計ソフトStatcel4(オーエムエス社製)を用いた。なお解析には、課題10施行中の中間4,5,6施行目の平均値を解析対象として用いた。まず対象者の課題実施中における膝関節最大屈曲・伸展角度それぞれを、足関節底屈位・背屈位の2条件で統計学的有意差がないことを確認した後筋活動の解析を行った。2条件間で有意差を認めた場合、底屈位・背屈位それぞれで関節運動範囲が異なり、同規定の比較が行えないため、その運動における筋活動の比較は除外した。関節角度の比較検討は、対応のあるt検定を用いて、足関節底屈位、背屈位の2条件間で比較検討した。有意水準は5%とした。筋活動の解析は、膝関節伸展運動の運動停止から0.5秒前までを解析区間とした筋電図積分値を算出した。算出した筋電図積分値を、足関節底背屈中間位での安静座位0.5秒間の筋電図積分値で除した筋電図積分値相対値を算出した。算出した筋電図積分値相対値を、背屈位・底屈位の2条件で比較した。統計はMann-WhitneyのU検定を用いて有意水準を5%とした。

## 結果

対象 12 名における課題実施中の膝関節最大屈曲角度の平均値を表 1 に示す。足関節背屈位では  $101.5 \pm 3.2$  度、底屈位では  $108.9 \pm 3.8$  度であり、足関節背屈位に対し、底屈位で有意に増大していた ( $p < 0.05$ )。膝関節最大伸展角度の平均値では、足関節背屈位では  $-15.3 \pm 5.9$  度、底屈位では  $-17.9 \pm 6.8$  度であり、有意差を認めなかった。よって、今回角度の統一が行えない膝関節屈曲運動時の筋活動の比較検討は除外した。

次に、膝関節伸展運動時の筋電図積分値相対値の中央値を表 2 に示す。大腿二頭筋長頭、半膜様筋、半腱様筋、腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭は背屈位に比べ底屈位にて有意に高かった ( $p < 0.05$ )。大腿直筋、内側広筋、外側広筋では 2 条件間で有意差を認めなかった。

表 1：対象 12 名の膝関節最大角度の平均値

	背屈位	底屈位	P値
膝関節最大屈曲角度	$101.5 \pm 3.2$	$108.9 \pm 3.8$	0.048
膝関節最大伸展角度	$-15.3 \pm 5.9$	$-17.9 \pm 6.8$	0.15

表 2：膝関節伸展運動時における筋電図積分値相対値の中央値

記録筋	背屈位	底屈位
大腿二頭筋長頭	3.3(7.5-2.7)	7.7(12.0-5.7)*
半膜様筋	6.0(11-3.3)	14.4(21.7-8.0)**
半腱様筋	4.0(7.1-3.1)	10.0(14.2-7.2)**
腓腹筋内側頭	3.2(4.3-2.4)	13.2(18.0-10.7)**
腓腹筋外側頭	3.2(4.3-2.4)	11.8(17.8-7.8)**
大腿直筋	7.3(8.4-5.1)	7.7(8.3-5.8)
内側広筋	4.0(4.8-2.7)	3.2(4.1-1.8)
大腿直筋	7.3(10.4-5.4)	6.0(7.0-5.0)

n=12, 中央値 (四分位範囲), \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

## 考察

本研究の結果、足関節背屈位に比較し、底屈位で腓腹筋内側頭・腓腹筋外側頭と、半膜様筋・半腱様筋・大腿二頭筋長頭の筋活動が有意に増大した。

背屈位に比較して、底屈位で足関節底屈筋の筋活動が有意に増大したことにに関して以下に述べる。本課題はスライダースライドボード上に足部を乗せて行う課題である。そのため、膝関節伸展運動時には慣性によりスライダースライドボードが足部の接地面から離れ、前方へ滑ろうとする作用が生じると考える。これに対し、スライダースライドボードが足部の接地面から離れないよう制動するための筋活動が必要となると推察した。底屈位条件の課題では、足底がスライダースライドボード上に接地したまま膝関節伸展運動を行う。よって、足関節底屈により足底全面でスライダースライドボードを押しつけ、制動するための筋活動として足関節底屈筋の筋活動がより増大したのではないかと考えた。

また、背屈位に比較し、底屈位で膝関節伸展運動における

ハムストリングスの筋活動が増大した。ハムストリングスは歩行時の下肢の振り出しの減速に作用する<sup>7)</sup>。本課題でも同様に、膝関節伸展運動を制動するためにハムストリングスの筋活動が生じたと考えられる。また、背屈位での課題実施時では大腿骨は大きく動かさず、純粋な膝関節の伸展運動が生じていた。一方、底屈位での課題実施時には股関節伸展に伴う大腿後傾や足関節底屈に伴う下腿の後傾が生じていたことが確認された。これらより、底屈位での膝関節伸展運動時には、股関節伸展作用と膝関節伸展を制動する作用のあるハムストリングスがより活動しやすかったのではないかと考えた。

TKA 後の理学療法において、井原ら<sup>8)</sup>は関節運動時に有意に働く筋の収縮によって特定の運動パターンを形成し、筋の過緊張が生じていないかの評価・アプローチが重要であると述べている。よって、TKA 後の膝関節屈曲拘縮予防に焦点を当てた場合、患者に対して自主訓練の指導を行う際には、ハムストリングスや腓腹筋など膝関節屈曲筋の筋収縮を最小限に抑え、持続的な筋の過緊張を予防することが重要であると考える。本研究では、背屈位に比較して底屈位で有意に腓腹筋やハムストリングスの筋活動が増大した結果となった。そのため、TKA 後患者に対しスライダースライドボードを用いた膝関節伸展運動を行う際には、足関節背屈位で行うことがより適切な肢位となるのではないかと考えられた。

## 文献

- 1) 逢坂浩司, 他: 人工膝関節置換術後の可動域練習の強度について, 関節外科, 23(11):132-134, 2004
- 2) 松本正和, 他: TKA 術後の CPM を使用しない理学療法の治療成績, 整形リハ会誌, 16: 55-58, 2014
- 3) Davies DM, et al.: Effect of adjunctive range-of-motion therapy after primary total knee arthroplasty on the use of healthservices after hospital discharge. Can J Surg 46(1):30-6, 2003
- 4) 岡西哲夫, 他: 術後初期 ROM 練習の筋電図学的分析, 理学療法, 16(4):289-295, 1989
- 5) 牛志馨, 他: 膝関節運動における足関節角度変化への影響について, 理学療法科学, 25(4): 557-560, 2010
- 6) 古川敏明, 他: 異名筋の随意収縮による促進現象の検討—大腿四頭筋と足関節背屈筋について, J Clin Rehabil, 8:1218-1221, 1999
- 7) Dubo HI, et al.: Electromyographic temporal analysis of gait: normal human locomotion, Arch Phys Med Rehabil, 57:415-420, 1976
- 8) 井原拓実, 他: 人工膝関節全置換術後の理学療法. 文光堂, 2018, pp144-160