

原 著

Closed Kinetic Chain時の大腿筋膜張筋の筋活動

膝関節肢位およびFOOT ANGLEの変化

竹林秀晃，宮本謙三，宅間 豊，井上佳和，宮本祥子，岡部孝生

土佐リハビリテーションジャーナル

第2号 別刷

2003年12月29日発行

土佐リハビリテーションカレッジ

原 著

## Closed Kinetic Chain時の大腿筋膜張筋の筋活動 膝関節肢位およびFOOT ANGLEの変化

竹林秀晃<sup>1)</sup>, 宮本謙三<sup>1)</sup>, 宅間 豊<sup>1)</sup>  
井上佳和<sup>1)</sup>, 宮本祥子<sup>1)</sup>, 岡部孝生<sup>1)</sup>

1) 土佐リハビリテーションカレッジ 理学療法学科

## The Muscular Activities of Musculus Tensor Fasciae Latae in Closed Kinetic Chain Change in Knee Position and FOOT ANGLE

Hideaki TAKEBAYASHI<sup>1)</sup>, Kenzo MIYAMOTO<sup>1)</sup>, Yutaka TAKUMA<sup>1)</sup>  
Yoshikazu INOUE<sup>1)</sup>, Shoko MIYAMOTO<sup>1)</sup>, Takao OKABE<sup>1)</sup>

1) Department of Physical Therapy Tosa Rehabilitation College

Key Words : 大腿筋膜張筋 FOOT ANGLE 運動連鎖

### 要 旨

大腿筋膜張筋は、股関節・膝関節の両者に作用する二関節筋である。しかし、股関節周囲筋として扱われが多く、その中でも補助筋としての認識が強いように思われる。また、トレーニングの一つとしてCKCが着目されているが、運動連鎖における大腿筋膜張筋の働きが明確にされていないのが現状である。本研究はCKCにおける下肢の運動連鎖に着目し、大腿筋膜張筋の筋活動を明確にすることである。

測定肢位は、膝関節は膝関節伸展位・屈曲30度・屈曲60度とし、足位は膝関節伸展位、膝関節屈曲30度・60度の片脚立位保持 TOE-IN, TOE-OUTを膝関節屈曲30・60度で片脚立位保持とした。データの分析は、側臥位股関節屈曲45度での股関節外転最大等尺性収縮の3秒間のIEMGを100%として正規化し、%IEMGとして表した。

結果は、膝関節角度による大腿筋膜張筋の%IEMGの変化は、膝関節伸展位と膝関節屈曲位での片脚立ちの%IEMGは、膝関節屈曲位保持の方が膝関節伸展位と比較して有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ )。しかし、屈曲角度による差はなかった。また、FOOT ANGLEによる大腿筋膜張筋の%IEMGの変化は、屈曲角度・TOE-IN, 中間位, TOE-OUTの肢位で有意差はないものの、TOE-OUTよりTOE-INで筋活動が増加する傾向にあった。結果から大腿筋膜張筋のCKCでの運動連鎖の影響を考えると、膝関節伸展時では、前額面上で働くが、膝関節屈曲時には矢状面、水平面上での補助的な働きも担っていると考えられ、これらのことを考慮したアプローチが必要である。また、アプローチのみならず腸脛靭帯炎などの障害の理解・リスク管理への応用を考える際の一助になると考えられる。

## はじめに

大腿筋膜張筋は、股関節と膝関節に作用する二関節筋であるが、股関節周囲筋として捉えられることが多く、膝関節に関しても補助筋としての認識が強いように思われる。しかし、大腿筋膜張筋は腸脛靭帯を介した二関節筋<sup>1)</sup>であることより Closed Kinetic Chain (以下CKC) における特異的な働きや股関節肢位のみではなく膝関節の肢位をも含めた働きを考慮する必要がある。

また、スポーツ障害などでみられる腸脛靭帯炎 (iliotibial band friction syndrome) は、足位 (以下FOOT ANGLE) と深い関わりがあるといわれている<sup>2)</sup>。川野が提唱しているsquatting test は下肢のアライメントを変化させて疼痛の減弱を評価するテストもある。このFOOT ANGLEの変化は、運動連鎖により下腿・大腿・骨盤・体幹へと上部に運動連鎖の影響を及ぼすことが報告されている<sup>3) 4)</sup>。臨床上、その運動連鎖に着目し、FOOT ANGLEの変化により疼痛の増強、軽減する場合があります。局所ストレスを考慮した評価やトレーニングを行うことが重要である。

臨床において効果的な障害の評価・トレーニングを行うためにはこれらの運動連鎖を考慮したうえで膝関節やFOOT ANGLEの肢位を操作しなければならない。しかし、これらのことを考慮してアプローチすることは少ないように思われる。これは、CKCにおける筋活動が明確にされていないことが理由の一つであろう。

そこで本研究では、訓練の重要性が提唱されているCKCに着目し、膝関節角度やFOOT ANGLEの変化が大腿筋膜張筋の筋活動に及ぼす影響を探ることを目的とした。

## 対象

対象は、健常男性7名、年齢 $19.4 \pm 1.1$ 歳、身長 $173.5 \pm 3.4$ cm、体重 $58.3 \pm 4.2$ kgであった。利き足は、すべて右側であった。

## 方法

測定筋は右大腿筋膜張筋とし、表面筋電計 (NEC SYNAX E1100) にて計測した。測定条件は、以下の通りとした。各肢位の保持は、5秒間行った。

膝関節伸展位、膝関節屈曲30度・膝関節屈曲60度の片脚立位保持

TOE-IN, TOE-OUTを膝関節屈曲30度・膝関節屈曲60度で片脚立位保持

側臥位股関節屈曲45度の股関節外転の最大等尺性収縮

また、体幹の動揺性を防ぐために上肢を軽度支持させた。FOOT ANGLEの変化は、矢状軸に対して第2趾先端部と踵骨後縁中央部を結ぶ線を変化させ、TOE-IN30度、TOE-OUT30度に設定した。

データはサンプリング周波数 1 kHz にてA/D変換し、アーチファクトを除外するためハイパスフィルターにて25 Hz以下の周波数遮帯域を処理した。

## データ解析

データ分析は、各動作の5秒間のうち3秒間の積分値 (Integrated Electromyography: 以下IEMG) を求め、側臥位股関節屈曲45度での股関節外転最大等尺性収縮の3秒間のIEMGを100%として正規化し、%IEMG (各動作のIEMG / 最大等尺性収縮時のIEMG  $\times$  100) として表した。

統計学的処理は、膝関節角度による影響を一元配置分散分析と多重比較Fisher法を用いた。また、膝関節屈曲位におけるFOOT ANGLEの影響をみるため膝屈曲角度の違いとFOOT ANGLEの違いを二要因とする二元配置分散分析と多重比較Fisher法を用いて比較・検討した。

## 結果

### 1. 膝関節角度による%IEMGの変化

膝関節伸展位と膝関節屈曲位での片脚立ちの筋活動の%IEMGは、膝関節伸展位 $13.2 \pm 4.2\%$ 、30度膝関節屈曲位保持 $22.6 \pm 6.1\%$ 、30度膝関節屈曲位保持 $22.3 \pm 5.6\%$ で、一元配置分散分析の結果、膝関節屈曲位保持の方が膝関節伸展位と比較して有意に高い筋活動を示した ( $p < 0.05$ ) (図1)。しかし、屈曲角度による差はなかった。

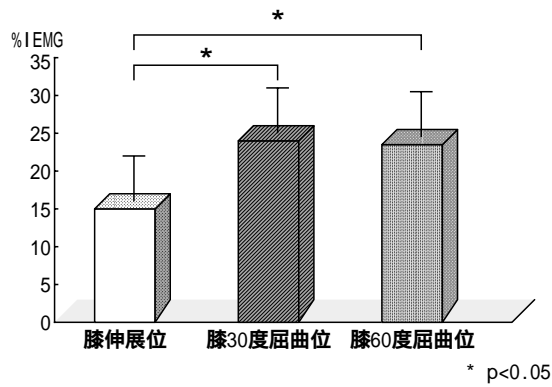


図1 膝関節角度の違いによる  
大腿筋膜張筋の筋活動変化

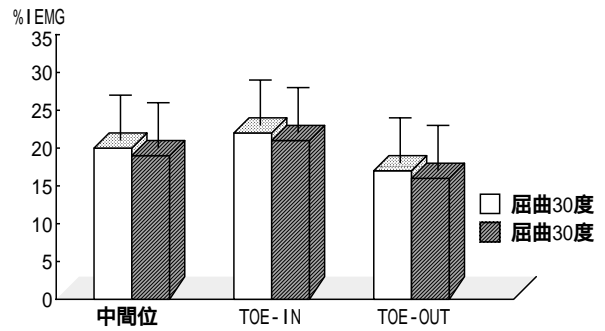


図2 膝関節角度の違いによる  
大腿筋膜張筋の筋活動

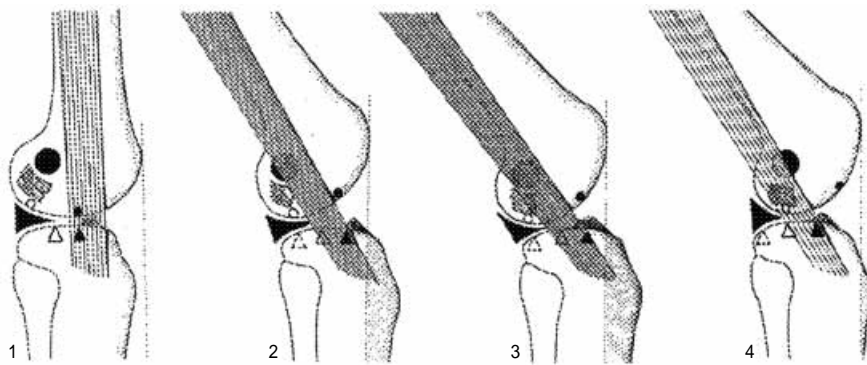


図3：膝関節屈曲角度による運動軸の変化<sup>13)</sup>

2. FOOT ANGLEによる%IEMGの変化

膝屈曲位でのTOE-IN, TOE-OUTの保持では、膝関節屈曲30度TOE-IN保持 $24.8 \pm 9.6\%$ 、膝関節屈曲60度TOE-IN保持 $22.5 \pm 8.3\%$ 、膝関節屈曲30度TOE-OUT保持 $18.7 \pm 6.6\%$ 、膝関節屈曲60度TOE-OUT保持 $17.8 \pm 8.8\%$ で、屈曲角度・TOE-IN, 中間位, TOE-OUTの筋活動に有意差はないものの、TOE-OUTよりTOE-INで筋活動が増加する傾向にあった(図2)。

考 察

大腿筋膜張筋は、股関節周囲筋の補助筋として扱われることが多い。故に、臨床上問題視されることの多いトレンドレンプルグ歩行時においても中殿筋と比べ、トレーニングへの考慮など注目されることは少ないように思われる。解剖学的に大腿外側前方にあり、股関節への作用は、屈曲・外転・内旋である。強力な股関節屈筋であり、直立

時の強力な股関節外転筋であり、重要な股関節の安定作用を持つとしている<sup>1)</sup>。股関節外転作用に関しては、Inmanによると外転筋の体積は、筋の乾燥重量から中殿筋、小殿筋、大腿筋膜張筋の体積比を4：2：1としており、佐野らのMRによる報告もほぼ同様であり、筋力の中殿筋の半分くらい(中殿筋16kg、大腿筋膜張筋7.5kg)であるが、テコの腕は中殿筋よりはるかに長い。さらに股関節における働きとして、大腿骨頭に体重を負荷すると、大腿骨頸部と大腿骨体に曲げの力がかかり、強い応力がかかる<sup>2)</sup>。つまり内側には圧縮応力、外側には伸展応力である。この応力を打ち消すものとして大腿骨及び膝関節の抗張材(tension brace)として大腿筋膜張筋と腸脛靭帯の働きが重要であるとしている。

また、大腿筋膜張筋は腸脛靭帯を介した股関節・膝関節に作用する二関節筋である。膝関節への作用は、Bousquetら<sup>1)</sup>によると膝関節伸展位で内反強制力を制御し、膝関節屈曲時は、脛骨の外旋

筋として補助的作用がみられる。また, Muller<sup>13)</sup>は, 膝関節屈曲・伸展により腸脛靭帯の付着部の運動軸が変化するとしている。膝関節0 - 30度屈曲までは伸展作用をもち, 30 - 40度屈曲位以上では屈曲作用に変化する腸脛靭帯を介しての副次的作用があるとされている(図3)。このことは、臨床においてはACL不全による外側pivot shiftの発生要因や腸脛靭帯炎の障害への理解として重要な意味を持つ。このように、腸脛靭帯を介した筋の作用を考慮する必要があり、二関節筋であるため股関節・膝関節両者の作用を考える必要がある。

これらの作用は、CKCとOKCにおける作用が含まれているため今回の結果からCKCにける働きを膝関節中心に考える。

結果から膝関節伸展位・屈曲位での比較は、膝関節屈曲位の方が高い筋活動を示した。これは、膝関節は、膝伸展時では膝関節は安定し、膝関節屈曲時では、膝関節伸展時に比べ側副靭帯の弛緩等により不安定になる。CKCにおいて膝関節伸展時では、膝関節への作用は少なく前額面上における骨盤の安定作用のみの働きが強いと考えられる。これに対し膝関節屈曲時では、膝関節の前額面での不安定が出現するため、この不安定性を制御する作用が加わる<sup>3)</sup>。また、Muller<sup>13)</sup>のいう腸脛靭帯の膝関節での運動軸の変化により矢状面での作用つまりCKCの特異的な機能的伸筋として膝関節屈曲位保持の働きが加わるにより膝関節屈曲時で高い筋活動を示したと考えられる。

膝関節の影響を考えた場合、膝関節屈曲角度が大きくなると股関節屈曲角度も大きくなるため、大腿筋膜張筋の筋長は短くなる。長さ-張力の関係から筋長さが短くなると、筋の活動効率が悪くなり、IEMGが低下すると予測される。さらに、股関節屈曲位では中殿筋の筋活動が高くなるという報告があり、これらのことを加味して考えれば、統計上膝関節30度屈曲位と膝関節60度屈曲位での筋活動に有意差はなくほぼ同じ筋活動量があるということは、膝関節屈曲角度が増加すると股関節の安定作用よりも膝関節への作用への影響があると考えられる。

FOOT ANGLEの変化では、TOE-INで筋活動が高くなる傾向を示した。過去のFOOT ANGLEにおける

中殿筋の変化を報告した研究では、TOE-OUTからTOE-INに向って筋活動は増加した<sup>11)</sup>。本研究における大腿筋膜張筋においてもほぼ同様なことがいえる。

また、X線学的に距骨下関節の内外反角の変化は、TOE-OUTで距骨下関節は内反し、TOE-INで距骨下関節は外反したとされている。CKCにおけるTOE-INの保持は、足部の外側部に荷重かかりやすくなり、足部の回外がおこるとされている<sup>4)</sup>。また、Mann<sup>8)</sup>によると荷重位での足部の回内外は、下腿骨に影響を及ぼし、足部を回外させると足の外側は地面に固定されるため、下腿骨は外旋すると報告している。

さらにBousquet<sup>1)</sup>らは、大腿筋膜張筋は膝関節の方向を決定する筋として重要としている。TOE-INという不安定な姿勢を正中位に保持するためにはさらに下腿を外旋させが必要になり、この作用を大腿筋張筋が担うと推察される。

しかし、有意な変化が認められなかったことからもう一つの下腿外旋筋である大腿二頭筋が代償したか、今回計測した肢位が片脚立位保持という静的なものであるためではないかと考えられる。

FOOT ANGLEを考慮にいれた評価として川野<sup>5)・7)</sup>・<sup>16)</sup>が提唱しているsquatting testがある。squatting testとは、腸脛靭帯炎の時に認められるTOE-INでの疼痛の増強、TOE-OUTでの疼痛の減弱とも関連していると考えられる。このことはTOE-INでの大腿筋膜張筋、腸脛靭帯の働きに注意する必要がある。

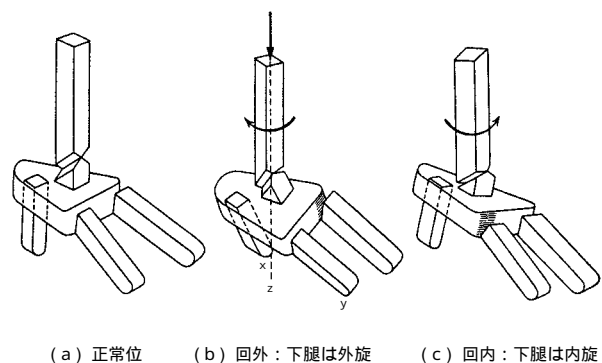


図4 体重負荷時の下腿の内旋・外旋<sup>8)</sup>

(Xは踵の接地点, yは第5中足骨頭, zは下肢の長軸)

腸脛靭帯炎の発生機序は、膝関節屈曲・伸展を繰り返すことにより、大腿骨外側上顆部で腸脛靭帯に機械的刺激が加わり疼痛が生じる<sup>16),29)</sup>。これをランニング時の下肢アライメントから理解すると、ランニングのheel contactとpush off時には踵骨回内が最も小さくなる。踵骨の動きに下腿ならびに膝関節が連動してこのphaseでは下腿が外旋し、膝関節が内旋・大腿骨が外旋する<sup>8),11),20)</sup>。このアライメントは相対的に膝関節が内反するknee-outのポジションである。腸脛靭帯は脛骨粗面外上方に付着するので、脛骨内旋で腸脛靭帯にかかる伸張ストレスが増加し、大腿骨外側上顆での接触圧が増加する。

今回の結果や山本ら<sup>5)</sup>の過去の報告とも照らし合わせると大腿筋膜張筋は、不安定な肢位で足部からの運動連鎖の影響を受けると考えられる。大腿筋膜張筋は、膝関節伸展時では、前額面上での骨盤の安定性に働くが、膝関節屈曲時においては矢状面、水平面上での働きも担っていると考えられる。

このことから、大腿筋膜張筋のアプローチを行う際、股関節肢位だけでなく、膝関節肢位・CKCにおける運動連鎖を考慮することが重要であると考えられた。以上の結果は、大腿筋膜張筋を中心としてトレーニングに応用するだけでなく、筋の評価等への応用も可能である。

今後は他の筋との協調した筋活動や動的な要素を取り入れた筋活動を探るとともに適切で効果的な訓練方法を考えていく必要がある。

## ま と め

- 1, 膝関節角度やFOOT ANGLEの変化による大腿筋膜張筋の筋活動を筋電計にて計測した。
- 2, 片脚立位において膝関節伸展位より屈曲位において高い筋活動を示した。また、FOOT ANGLEの変化においては、TOE-INで筋活動が高くなる傾向にあった。
- 3, 大腿筋膜張筋は、膝関節伸展時では、前額面上で働くが、膝関節屈曲時においては矢状面、水平面上での補助的な働きも担っていると考えられ、これらのことを考慮したアプローチ

が必要である。

## 文 献

- 1) Bousquet G, et al : 弓削大四郎・井原秀俊 監訳：図解・膝の機能解剖と靭帯損傷，協同医書出版，1995.
- 2) 浦辺幸夫：6.膝の外傷・障害に対する理学療法 腸脛靭帯炎、鷲足炎、臨床スポーツ医学編集委員会（編）：スポーツ外傷・障害の理学療法，文光堂，329-333，1998.
- 3) 福永洋美，山村俊一，大平功路，福田陽介，亀ヶ谷忠彦：足位の変化が骨盤及び腰椎に及ぼす影響 - 前後屈運動に着目して - . 理学療法学 (学会特別号) 281，2003.
- 4) 大平功路，山村俊一，福永洋美，福田陽介，亀ヶ谷忠彦：ステップ動作における足位の変化と骨盤周囲との関係. 理学療法学 (学会特別号) 406，2003.
- 5) 山本宏茂他：大腿筋膜張筋の筋活動，理学療法学 24：270-273，1997.
- 6) 山崎 勉編：整形外科理学療法の理論と技術，メジカルビュー社，1991.
- 7) 川野哲英：ファンクショナル・テーピング，ブックハウスHD，1988.
- 8) 明石 謙：運動学 (リハビリテーション医学全書4，医歯薬出版，1973.
- 9) Helen J.Hislop Jacqueline Montgomery 津山直一訳：新・徒手筋力検査、協同医書，1996.
- 10) I.A.Kapandji 荻島秀男監訳 嶋田智明訳：カパンディ関節の生理学 下肢 原著第5版，医歯薬出版，1988.
- 11) 入谷 誠，山崎 勉，大野範夫，山口光国，内田俊彦，筒井廣明，黒木良克：足位が中殿筋活動に及ぼす影響 距骨下関節の内外反運動との関係 . 理学療法学 18：35-40，1991.
- 12) 佐々木伸一，嶋田誠一郎，竹村啓住，大森弘則，居村慎一：変形性股関節症と外転筋の筋力特性. PTジャーナル 31：29-36，1997.
- 13) Muller W：膝. 形態・機能と靭帯再建術，新名正由訳，Springer-Verlag，Tokyo，1986.

- 14) 佐々木祐二, 丸山敬光, 坂本豊一, 片寄正樹: 股関節屈曲角度の相違による大腿筋膜張筋・中殿筋の筋活動量の変化. 理学療法学21 (学会特別号) : 415, 1994.
- 15) 市橋則明, 上原結花, 山本宏茂, 伊藤浩三, 吉田正樹: Closed Kinetic Chainにおける筋力増強訓練時の股関節周囲筋の筋活動量. 理学療法科学10 : 203-206, 1995.
- 16) 大倉三洋, 山田義久: 整形外科疾患・障害に対する評価の進め方 スポーツ傷害 (スポーツ外傷・スポーツ傷害). 理学療法ハンドブック 改訂第3版 第1巻 理学療法の基礎と評価 細田多穂, 柳沢 健編, 協同医書出版, 2000.
- 17) 入谷 誠: 足部・足関節. 整形外科理学療法の理論と技術 山崎 勉編, メジカルビュー社, 261-309, 1998.
- 18) 石井清一編: 部位別スポーツ外傷・障害 2 下肢, 南江堂, 1996.
- 19) 横江清司: バイオメカニクスからみたランニング障害, 臨床スポーツ医学1, 143-148, 1984.
- 20) 浦辺幸夫: スポーツ動作からみたアライメントコントロール, 整・災外科41 : 1237-1247, 1998.

#### Abstract

Musculus Tensor fascia latae(TFL) is two-joint muscles acting on the hip and knee joints, but are often regarded as muscles around the hip joint, and generally considered accessory muscles. The CKC draws attention as a training method, but the activity of TFL in the kinetic chain has not been clarified. In this study, we attempted to clarify the muscular activity of TFL using the kinetic chain of the lower limbs in the CKC.

Measurement was performed with the knee joint in the extension position and at flexion angles of 30 and 60 degrees. Measurement was also performed in the position of standing on one leg (1) with the knee joint in the extension position and at flexion angles of 30 and 60 degrees and (2) under the toe-in or toe-out condition with the knee joint at flexion angles of 30 and 60 degrees. Data were normalized to IEMG obtained by the maximal isometric constriction over 3 sec caused by abduction of the hip joint at a flexion angle of 45 degrees on the lateral decubitus, which was regarded as 100%, and expressed as %IEMG.

The %IEMG in TFL obtained in the position of standing on one leg was significantly higher with the knee joint at the flexion angles than with the knee joint in the extension position ( $p < 0.05$ ). However, there was no difference in the %IEMG between the flexion angles. There were no significant differences in the activity of TFL between the flexion angles and between the toe-in, intermediate, and toe-out positions, but the muscular activity was slightly higher in the toe-in position than in the toe-out position. These results suggested that TFL in the CKC move on the metopic surface with the knee joint in the extension position, while they have subsidiary functions on the sagittal and horizontal surfaces with the knee joint at the flexion angles. Therefore, approaches from the viewpoint of these findings are required. The findings will also be useful for understanding and risk management of disorders, such as iliotibial band friction syndrome.