

# 腸脛靭帯炎の発症に関与するランニング中の下肢関節角度と腸脛靭帯の緊張

広島大学大学院総合科学研究科

総合科学専攻

富山 信次

## 要旨

腸脛靭帯 (iliotibial band : ITB) は大腿筋膜張筋と大殿筋の付着部ならびに腸骨稜を起始としており、股関節と膝関節の二関節を跨いで脛骨外側にあるガーディ結節に付着する (Kaplan 1958、Renne 1975)。ITB は股関節内転や膝関節内旋を制限し、股関節や膝関節の安定機構としての働くため (Fredericson たち 2000)、股関節と膝関節の両方の動きに関与する。膝関節伸展位では ITB は大腿骨外側上顆 (Lateral Femoral Epicondyle : LFE) の前方に位置している。膝関節の屈曲に伴い ITB の緊張が増大し、矢状面上を前方から後方に移動し、LFE を乗り越える (Fairclough たち 2006、Umehara たち 2015)。この ITB が LFE 上に位置する時に ITB は LFE を圧迫する。この圧迫が頻発することで腸脛靭帯炎 (ITB Syndrome : ITBS) が発症する (Fairclough たち 2006)。

ITBS はランニングなどの同じ動作を繰り返すスポーツで多くみられる (Tounton たち 2002)。ITBS に有効なリハビリテーションとしては ITB のストレッチング、温熱療法、超音波療法などが推奨され、これらは ITB の緊張を減少させる目的で行われている (Fredericson たち 2000、Fredericson たち 2002、Lebsack たち 1990)。ITB の緊張が高いと LFE を圧迫する力も大きくなり、ITBS 発症に繋がる。

そのため、運動中の ITB の緊張を測定することが重要となる。近年、身体モデルを用いることで動作中の ITB の緊張を測定する方法が考案された (Miller たち 2007)。それにより、ランニング時の ITB の緊張が高い方が ITBS の発症が多いことが報告された (Hamil たち 2008)。しかしながら、速度・床面などの外的要因が ITB の緊張の増減に及ぼす影響は不明である。

ITB と LFE との間に生じる圧迫の頻回によって ITBS が発症するため、圧迫が生じる際の ITB の緊張が重要になる。しかしながら、動作中のどの局面で ITB が LFE を圧迫するかについては考慮されていない。ITB が LFE を乗り越える際の膝関節屈曲角度は約 30° であると報告されているが (Noble 1978)、ITB は股関節屈曲によって矢状面上を移動するため (Chang たち 2015)、股関節角度によって圧迫が生じる際の膝関節角度も増減すると考えられる。そのため、動作中のどの局面で ITB が LFE を圧迫しているかは膝関節角度のみでなく、股関節角度も考慮する必要がある。

近年のランニングブームによってランニング人口が増加しており、それに伴い ITBS の発症数も増加している。しかしながら、ITBS の研究は進んでおらず、ランニング中のどの局面で ITB に圧迫がどの程度加わっているかも不明である。ITBS の発症予防やその後のリハビリテーションに繋げるために ITBS の発症に関連するランニング中の股関節角度の影響を明らかにすることを目的とした。研究 1 では ITB が LFE を圧迫する際の膝関節角度を様々な股関節角度で測定することで、股関節角度が ITB の矢状面上の位置に与える影響を明らかにすることを目的とした。18 名の健常男性を対象にした。測定姿勢は側臥位

で股関節内外旋  $0^\circ$ 、内外転  $0^\circ$  とした。股関節角度を伸展  $10^\circ$ 、屈曲  $0^\circ$ 、屈曲  $20^\circ$ 、屈曲  $40^\circ$ 、屈曲  $60^\circ$  の 5 条件に規定した。側臥位で股関節を規定の角度までゴニオメーター（東大式）で測定しながら、他動的に動かし LFE を測定者が触知したまま膝関節を屈曲させていき、ITB が LFE を乗り越えた際の膝関節屈曲角度をゴニオメーターを用いて測定した。5 条件の比較にはそれぞれ対応のある t 検定を用いた。検定の多重性を考慮して Bonferroni 法を用いて有意水準 5% を条件間で比較する数の分だけ除して調整した ( $P < 0.005 = 0.05/10$ )。また、得られたデータから近似式を求め、実測値と推定値の差を求めることで誤差値を算出した。測定の信頼性を確認するために同一検者が 1 つの条件につき 3 度ずつ測定を行い、級内相関係数 ICC (1, 1) を算出することで、検者内信頼性を検証した。統計検定には 3 回計測したデータの平均値を用いた。股関節屈曲角度が増加するに伴い圧迫が生じる際の膝関節角度は有意に増加した ( $p < 0.005 = 0.05/10$ )。測定の検者内信頼性は 5 つの股関節条件全てで ICC (1, 1) = 0.90 以上であった。近似式は  $y = 0.39x + 28.6$  ( $y$ : 膝関節屈曲角度  $x$ : 股関節屈曲角度) であり、実測値との誤差は 5 つの股関節条件全てで  $0.80^\circ$  以下であった。これまで ITB が LFE を圧迫する際の膝関節角度は  $30^\circ$  であるとされてきたが (Noble 1979)、股関節を屈曲することで  $30^\circ$  よりも大きい膝関節角度で圧迫が生じることが明らかになった。Orchard たち (1996) はランニングの接地初期に膝関節屈曲  $30^\circ$  になるため、この局面で ITB に圧迫が生じていると報告している。本研究結果から圧迫が生じる際の膝関節角度は股関節角度によって  $30^\circ$  よりも大きくなるため、これまで報告されてきた局面で ITB に圧迫が生じているかは再考する必要があることが示唆された。

そこで、研究 2 では股関節と膝関節角度からランニング中のどの局面で ITB が LFE を圧迫しているかを推定し、その際の ITB の緊張も測定することでどの局面が最も ITBS の発症に関与しているかを明らかにすることを目的とした。男性長距離選手 8 名 16 脚を対象とした。20m の助走距離をとって 14.4km/h の速度でランニングを実施し、6 台のハイスピードカメラ (EXILIM EX-ZR1600 Casio 社) を用いて 120fps で撮影した。対象の身体に 44 点のマーカートを貼付し、マーカータ座標を三次元動作解析システム ToMoCo-VM、東総システム社) を用いて算出し、ランニング時の股関節屈曲角度、股関節内転角度、股関節外旋角度、膝関節屈曲角度を求めた。分析区間は測定側の足部が床面に接地した瞬間から、次に同側の足部が床面に接地するまでとした。マーカータ座標と関節角度データを基に OpenSim 3.2 (MusculoGraphics 社) を用いて各対象におけるランニング時の身体モデルを作成した。Miller たちの方法を用いて身体モデルから ITB の緊張 (ITB Strain) を算出した。各対象におけるランニング時の股関節屈曲角度と膝関節屈曲角度の推移と、研究 1 で示した ITB が LFE を乗り越える際の股関節・膝関節角度のグラフ上の交点、(つまり ITB と LFE の間に圧迫が生じたと推察される点) の ITB Strain を求めた。分析区間でこの交点は 4 点存在した。足部接地前の局面、足部接地後の局面、爪先離地前の局面、爪先離地後の局面であった。4 つの局面それぞれの ITB Strain を対応のある t 検定にて比較し、5%未満を有意水準として統計処理を実施した。多重性を考慮して 4 局面それぞれの比較のために Bonferroni 法を用いて有意水準の調整を行った ( $p = 0.05 / 4 = 0.0125$ )。全ての対象でランニング 1 周期中に圧迫が生じる局面は 4 回存在した。離地後の局面、離地前の局面、接地後の局面、接地前の局面の順に有意に ITB が LFE を圧迫する際の ITB Strain が高かった ( $p < 0.0083$ )。これまで、先行研究 (Orchard たち 1996) の結果から ITBS

の発症に関してランニングの接地初期の局面が着目されてきた。しかしながら、本研究の結果では接地初期の局面よりも離地期前後の方が ITB の緊張が高かった。そのため、離地期前後の方が ITB の LFE への圧迫力も強く、ITBS の発症に繋がっていることが示唆された。研究 2 では速度を規定した条件下でのランニングを測定したが、ランニング条件を変化させた際に ITB の緊張が増減するかは不明である。

そこで、研究 3 ではランニング条件としてランニング速度を変化させた際の ITB の緊張を測定した。ランニング速度の変化に伴い、股関節と膝関節の角度が変化することが予想される。ランニング速度の変化が ITB の緊張に及ぼす影響を明らかにすることで、ITBS の発症した選手に対して有効な復帰基準を示唆することを目的とした。

男性長距離選手 6 名 12 脚を対象とした。20m の助走距離をとり、14.4km/h の低速条件と 18.0km/h の高速条件の 2 条件の速度でのランニングを実施した。ランニング動作は 6 台のハイスピードカメラ (EXILIM EX-FC160S Casio 社) を用いて 120fps で撮影した。研究 2 と同様に身体 44 点にマーカーを貼付し、三次元動作解析システムと Open Sim 3.2 を用いてランニング時の股関節と膝関節角度、ITB Strain を算出した。分析区間は測定側の足部接地から測定側の足部離地までとした。各試行で足部接地から離地までを相対時間 (% Time) で標準化した。

2 つの速度条件間で、ランニング時の関節角度、ITB Strain をそれぞれ一元配置分散分析にて比較した。研究 2 と同様に ITB が LFE を圧迫する局面における ITB Strain を求めた。圧迫が生じる局面における ITB Strain を各対象で算出し、高速条件と低速条件の 2 群間の比較には対応のある t 検定を用いた。さらに、接地後乗り越え時と離地前乗り越え時の ITB Strain を、高速・低速の両条件の比較には対応のある t 検定を用いた。いずれの統計処理においても 5%未満を有意水準とした。ITB Strain は接地後 29%から 37%の時間で有意に高速条件が大きく、接地後 58%から 75%の時間では有意に低速条件が大きかった ( $p<0.05$ )。離地前の局面で低速条件の方が高速条件よりも ITB Strain が大きかった

( $p<0.05$ )。ITB が LFE を圧迫する際のストレスの頻回によって ITBS が発症するという特性から、圧迫が生じる際の ITB の緊張が ITBS の発症には重要な要素となる。接地期全体をみると接地前半に高速条件で、接地期後半に低速条件で ITB の緊張が高くなった。しかしながら、圧迫が生じる局面のみをみると離地前の局面で低速条件の方が ITB の緊張が高くなっており、低速条件の方が ITBS の発症リスクが大きいことが示唆された。

本研究の結果から圧迫が生じる局面は股関節屈曲角度と膝関節屈曲角度によって決まる。つまり、ランニングフォームが変わることによって、ITB の圧迫が生じている局面が変化することになる。加えて、足部離地の前後で ITB の緊張が高まるため、この際の ITB の緊張を減少させることが ITBS の発症予防に繋がると考えられる。ITBS の発症にあたり、ランニング中のどの局面でどの程度 ITB に負荷が加わっているかを明らかにしたことで、ITBS の発症メカニズムの一部が明らかになった。また、ランニング速度による ITBS 発症リスクの増減を報告できたことから ITBS 発症予防に繋がる見解を示唆できた。今後とも研究を進めることで ITBS の発症メカニズムの全貌を解明できるものと考えている。