

第IV章
研究課題 2-1
膝関節内反の有無と
下肢筋横断面積の関連性

1. 目的

研究課題 1 では、異なる膝アライメントの健常者を対象にレッグプレスのような CKC トレーニングを行わせた時、筋にどのような現象が生じるのかを筋硬度、筋電図を用いて明らかにした。実際に、規定された動作でレッグプレスを行ったとしても、膝関節内反の有無により下肢筋硬度発現様式が異なり、筋活動も特異な活動を示した。特に、内反膝群の筋活動量は、外側広筋よりも内側広筋の貢献度が高く、膝蓋骨の安定性に関与しているのではないかと考えられる。また、下腿部の筋活動の高さも無視できない。

そこで、研究課題 2 では、更に筋横断面積および骨格への適応に対する評価を加え、より膝関節内反の有無と下肢への影響を明らかにする。研究課題 2-1 では、膝アライメントの異なる（正常膝・内反膝）被験者を対象に磁気共鳴画像法（magnetic resonance imaging: MRI）により、横断面積に対する各筋構成比の傾向を把握することで、解剖学的特徴を明らかにする。

2. 対象と方法

1) 対象

被験者は、12名の健常男性（正常膝群6名、内反膝群6名）を対象とした。各被験者の膝アライメントは事前に左膝単純X線前後像により確認し、本研究では膝内顆間距離を考慮に入れFTA(Femoro Tibial Angle)が 178° 未満を正常膝、 178° 以上を内反膝とした。被験者の身体特性を表IV-1に示す。また、各被験者とも定期的にスポーツを実施しており、競技の補助としてウェイト・トレーニングも日常的に行っていることを確認した。

被験者には、あらかじめ実験の目的、方法、危険性について詳細に説明し、参加の承諾を得た。なお、本研究は筑波大学体育科学系倫理委員会の審議を受け、承認を得た上で実施した。

2) 測定方法および分析方法

(1) 測定方法

測定は各被験者の左脚とし、仰臥位にて大腿骨および脛骨全体をスキャンした（図IV-1）。使用装置は、日立メディコ社製 AIRIS mate 0.2T であり、T1 強調像を得た。撮像条件は、スピンエコー法、TR=380、TE=28.0、240mmFOV、マトリックスサイズは、256×256、積算回数は4、スライス厚10.0mm、スライス間隔20.0mm、撮像時間は3分25秒とした。

(2) 分析方法

得られた画像から、大腿骨長の遠位より70%、50%、30%、下腿最大周囲径部を分析した。それぞれの分析画像をコンピュータに接続し、そこからトレース画像を取り込み解析ソフト Image J を用いて骨を除いた筋横断面積を算出した。そして、70%部では内転筋群 (Add)、50%部では大腿直筋 (RF)、外側広筋 (VL)、30%部では内側広筋 (VM)、下腿最大周囲径部では腓腹筋 (GAS)、ヒラメ筋 (SOL) の横断面積を算出し（図IV-2）、各筋の横断面積を分析画像全体の筋横断面積で除し、測定部位における各筋の占める割合を算出した。ここで得られた横断面に対する各筋の構成比を、両群の平均値で比較した。

(3) 統計処理

両群の各%筋横断面積の比較にはマン・ホイットニ検定を用い、有意水準は5%とした。

3. 結果

表 IV-2、図 IV-3 に結果を示す。

1) 内転筋群

内転筋群の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 36.9%、内反膝群で 39.0%であり、両群に有意差はみられなかった。

2) 大腿直筋

大腿直筋の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 6.8%、内反膝群で 6.7%であり、両群に有意差はみられなかった。

3) 内側広筋

内側広筋の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 25.1%、内反膝群で 30.7%であり、内反膝群が高値 ($p < 0.025$) を示し有意差がみられた。

4) 外側広筋

外側広筋の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 21.0%、内反膝群で 19.9%であり、両群に有意差はみられなかった。

5) 腓腹筋

腓腹筋の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 23.4%、内反膝群で 21.8%であり、両群に有意差はみられなかった。

6) ヒラメ筋

ヒラメ筋の筋横断面積に占める割合は、正常膝群で 25.7%、内反膝群で 28.0%であり、両群に有意差はみられなかった。

4. 考察

1) 大腿部

これまで、MRI を用いて様々な競技選手の筋横断面積が測定されてきた^{77,78)}。しかし、大腿四頭筋を例にとってみても大腿直筋、中間広筋、内側広筋、外側広筋の構成比には個人差があり、これが遺伝的なものであるか後天的なものであるかは未だ明らかではないという見解がなされている⁷⁹⁾。また、トップアスリートを対象とした調査では、競技種目により筋の構成比が異なることが報告されている⁸⁰⁾。しかし、研究課題1では、膝関節内反の有無によりトレーニング中の下肢筋活動様式やトレーニング後の筋硬度発現様式は異なることがわかった。そのため、競技種目や動作様式の同じ運動を定期的に実施していても、各個人レベルまで追究すれば筋に対する影響が異なることは明白である。逆に、異なる競技を専攻していてもアライメントが異なれば、日常的な刺激に対し特異的に筋が肥大し、筋の構成比に何らかの影響をもたらすことが考えられる。

また、最近では PFP (patellofemoral pain: 膝蓋大腿関節痛) や AKP (anterior knee pain: 膝蓋骨周囲痛) と大腿四頭筋の構成比との関連が報告されている⁷²⁾。特に、内側広筋は外側広筋による膝蓋骨の外方への牽引力に対し内方へ牽引する重要な要素であると報告されている⁸²⁻⁸⁵⁾。内側広筋と外側広筋の役割⁸⁸⁾に着目して膝蓋骨の動きに関する報告⁸⁹⁻⁹¹⁾は多数あるが、膝アライメントの異なる被験者を対象として、実際

の筋横断面積から検討した報告はない。

研究課題 1-2 で実施したレッグプレス時の内側広筋と外側広筋の活動量を比較した VM/VL 比では、ナ로우、ミディアム、ワイドスタンスそれぞれ、正常膝群 0.98、0.98、1.02、内反膝群 2.19、1.78、1.79 であり、ナ로우スタンスおよびワイドスタンスにおいて、内反膝群が正常膝群よりも有意に高値を示している。つまり、規定された膝伸展動作を実施しても、膝関節内反の有無により内側広筋と外側広筋の筋出力に差が生じていることから、筋横断面積に対する各筋の構成比にも差があるのではないかと考えられた。

実際に、正常膝群と内反膝群の内側広筋の筋構成比を比較した結果、内反膝群が高値を示し有意差がみられた。内側広筋は膝蓋骨の外方への変位を抑制する役割があり、さらに膝関節内反は、膝蓋骨を内側へ牽引する力がより大きくなる⁸¹⁾ため、その適応として内側広筋が外側広筋よりも肥大しているのではないかと考えられる。PFP や AKP といった膝周囲の疼痛の原因に、膝アライメントの異常や加齢に伴う内側広筋の筋力の低下が挙げられるが⁸²⁻⁸⁵⁾、特に内反膝を呈すると内側広筋の役割が正常膝群よりも更に重要となるため、内側広筋の筋力低下には十分注意する必要があると考えられた。

また、内転筋群や大腿直筋、外側広筋には両群に有意な差はみられず、筋構成比には差がないことがわかった。

2) 下腿部

下腿の筋は、膝関節の動的安定性に寄与^{86,87)}している。腓腹筋は、大腿骨内・外顆に起始し足関節踵部に停止する二関節筋であるため膝関節の内反の有無による影響を受ける可能性は高い。また、研究課題 1-2 のレッグプレス時の結果では、内反膝群の腓腹筋のナロウ、ヒラメ筋のナロウ、ミディアムスタンスの%iEMG が正常群と比較して高値を示したため、本研究においても筋横断面積に影響があるのではないかと仮説をたてた。しかし、腓腹筋、ヒラメ筋とも横断面積に占める割合は両群に有意差はみられなかった。研究課題 1-2 で実施したようなナロウスタンスを用いて 1RM の 75%の負荷を長軸方向にかけ、足関節を強く回内させる動作は日常的ではない。そのために、本研究で検討した筋横断面積の構成比に反映されなかったのではないかと考えられた。

5. 本章のまとめ

1. 本研究は、膝関節内反の有無により大腿部、下腿部の筋構成比に影響があるのではないかと仮定し、正常膝群 6 名、内反膝群 6 名を対象に MRI 画像を用いて内転筋群、大腿直筋、内側広筋、外側広筋、腓腹筋、ヒラメ筋の筋構成比を比較した。
2. 内反膝群の内側広筋が正常膝群よりも高値を示し有意差がみられ、大腿部における内側広筋の占める割合が大きいことがわかった。
3. 内反膝群では、日常的に内側広筋に負荷が生じていることで正常膝群より肥大していると考えられる。内側広筋の役割を考えると、膝蓋骨の安定性に何らかの影響を与えているため、筋力低下には十分注意する必要があると考えられた。