

論文内容の要旨

論文題目 スクワット運動における 左右非対称性に関する研究

氏 名 小林 雄志

1. 序論

スクワット運動は、下肢の両側性レジスタンス運動を代表する種目の一つである。スクワット運動において大きな左右非対称性が生じた場合、傷害発症の危険性の増大や運動パフォーマンスへの影響が懸念される。したがって、それらの予防や改善のための方策を検討する必要があり、そのためには、左右非対称性が生じる要因やその程度、あるいは発生する機構などを踏まえておく必要がある。しかしながら、このような左右非対称性の特性に関しては、十分な研究が行われているとは言えない。また、実際のトレーニングにおいても、左右非対称性の程度、すなわち、床反力や各関節に発生するトルクなどの力学的な変数の左右非対称性を観察することはできないため、トレーニング実施者自身や指導員の経験に頼って予防・改善を図っているのが現状である。

そこで本研究では、スクワット運動における左右非対称性の特性について検討し、新たな知見を得るとともに、傷害発症の予防や左右非対称性改善のための新規方策を提案する事を目的とした。具体的には、三次元逆ダイナミクスによる動作解析によって力学的変数を算出し、左右非対称性の要因や機構についての検討を行うために3つの実験を行った。

2. 跳躍競技者のスクワット運動における左右非対称性

左右非対称な競技がスクワット運動における左右非対称性に及ぼす影響について検討を行うために、走り幅跳びの競技選手によるスクワット運動（負荷条件：50、70、90%3RM）において、各測定項目（床反力、力積、関節角度、角速度、トルク、角力積、パワー、仕事量）を算出し、各負荷条件において各測定項目の踏切脚（TL）の値と非踏切脚（NTL）の値を比較した。その結果、比較的軽い負荷の場合（50、70%3RM）ではどの測定項目についても TL-NTL 間に差は認められなかったが、比較的重い負荷の場合（90%3RM）にのみ、股関節におけるピーク角度、ピークトルク、角力積（挙上局面）、ピークパワー（挙上局面）、仕事量（挙上局面）、足関節におけるピークトルクについて TL-NTL 間に有意な差が認められた（ $p<0.05$ ）。

3. 身体機能とスクワット運動の左右非対称性との関係

各種テストによって測定された身体機能の左右非対称性とスクワット運動における左右非対称性との関係を、左右非対称性指数（Bilateral Asymmetry Index : BAI）を用いて相関分析を行った。まず、ウェイトトレーニング経験を有する男子学生によるスクワット運動（負荷条件：50、70、90%1RM）において、各測定項目（床反力、力積、関節角度、角速度、トルク、角力積、パワー、仕事量）の BAI および BAI の絶対値（|BAI|）を算出した。各負荷条件による各測定項目の |BAI| の比較の結果、左右方向のピーク床反力、下降局面および挙上局面における力積の |BAI| が、50%1RM に比べ 90%1RM において有意に高い値を示した（ $p<0.05$ ）。バーベル静止立位とスクワット運動の関係については、90%1RM の負荷条件において、バーベル静止立位における床反力の BAI とスクワット運動における下降局面の股関節角力積の BAI との間に有意な正の相関関係が認められた（ $p<0.05$ ）。両脚及び片脚のみにおける垂直跳び時の床反力とスクワット運動との関係について、両脚での垂直跳びにおけるピーク床反力の BAI に関しては、50、70、90%1RM のすべての負荷条件において、スクワット運動時の股関節および膝関節におけるピークトルクの BAI との間に、有意な正の相関関係が認められ（ $p<0.05$ ）、片脚での垂直跳びにおけるピーク床反力の BAI に関しては、90%1RM の負荷条件によるスクワット運動時のピーク関節トルクのみ有意な正の相関関係が認められた（ $p<0.05$ ）。膝関節筋力について、伸展のみ、屈曲のみの筋力における BAI とスクワット運動における膝関節トルクの BAI との間に有意な相関関係は認められなかったが、伸展/屈曲筋力における BAI との間には有意な負の相関関係が認められた（ $p<0.05$ ）。股関節筋力については、伸展、屈曲、伸展/屈曲比の各項目における BAI とスクワット運動における股関節トルクの BAI との間に有意な相関関係は認められなかった。

4. スクワット運動の左右非対称性と反復回数との関係

反復回数の違いがスクワット運動における左右非対称性に及ぼす影響について検討を行うため、ウェイトトレーニング経験を有する男子学生が 70%1RM の負荷条件によるスクワット運動を連続的に 10 回行ったときの各測定項目（床反力、力積、関節角度、角速度、トルク、角力積、パワー、仕事量）の |BAI| を算出し、序盤（1～3 回目の平均）と終盤（8～10 回目の平均）との比較を行った。その結果、ピーク足関節角度、下降および挙上局面における左右方向の力積、下降局面における股関節角力積について、|BAI| が終盤において有意な増加を示した ($p<0.05$)。

5. 結論

本研究の成果として、主に以下の 4 つの知見を新たに得た。

1. 走り幅跳びの競技者に関して、重い負荷（90%3RM）によるスクワット運動では、股関節における角度、トルク、角力積、パワー、仕事量と、足関節におけるトルクについて左右非対称性が認められる。
2. 両脚での垂直跳びにおける床反力の左右非対称性と、スクワット運動時の膝関節および股関節におけるトルクの左右非対称性との間には高い相関関係が認められる。
3. 膝関節筋力について、伸展のみ、屈曲のみの筋力における左右非対称性とスクワット運動における膝関節トルクの左右非対称性との間に相関関係は認められないが、伸展/屈曲筋力比の左右非対称性との間には高い相関関係が認められる。
4. 70%1RM によるスクワット運動を 10 回行った場合、足関節角度、左右方向の力積、股関節角力積について、序盤に比べ終盤において左右非対称性の増加が認められる。これらは、スクワット運動における左右非対称性の予防、改善法につながる極めて重要な知見であり、具体的には、
 1. 垂直跳びを用いた事前スクリーニング法
 2. 等速性筋力測定を用いた事前スクリーニング法および改善法という 2 つの新規方策を提案することができた。