

総説



股関節屈曲筋力がスクワット動作時の骨盤アライメントに及ぼす影響*

工藤慎太郎**

【要旨】

スポーツ選手に対する理学療法では、スクワット動作をスポーツ動作の構えとして指導することがあり、不良な構えはパフォーマンスの低下や、再発・二次的障害の予防の観点から問題になる。骨盤後傾位での構えは不良なDynamic alignmentの一つであり、我々は大腰筋の機能低下が関与すると考えている。そこで、健常成人25名の等速度性股関節屈曲筋力を測定した。さらにスクワット動作中の骨盤傾斜角を測定し、傾斜角が 10° 未満のcontrol群と 10° 以上後傾する後傾群に分類し、2群間の股関節屈曲筋力および180 deg/sec, 240 deg/secにおける低下率を比較検討した。その結果、後傾群の股関節屈曲筋力はcontrol群に比較して低値を示し、さらに後傾群の240 deg/secにおける低下率は有意に高かった。後傾群は、高速度域において股関節屈曲の主動筋である大腰筋が作用を發揮しないために腰椎の前弯を維持することが出来ず、骨盤が後傾位になったものと考えられた。

キーワード：スクワット動作・大腰筋・骨盤アライメント

はじめに

スクワット動作は下肢複合関節運動として、筋力増強訓練などに利用されることが多い。特にスポーツ選手に対する理学療法においては、スポーツ動作の構えの姿勢として指導することも多く、そのDynamic alignmentの分析が重要になる。不良なDynamic alignmentは、パフォーマンスの低下のみならず、再発や二次的障害の発生の観点からも問題視される^{1,2)}。骨盤後傾位でのスクワット動作は、重心の後方化や膝関節伸展モーメントの増大などの問題点を惹起するため、不良なDynamic alignmentであると考えられている。骨盤後傾位に成る要因として、腹筋群の筋力低下および大腿四頭筋とハムストリングの筋力比などが報告されている^{3,4)}。さらに臨床上、骨盤後傾位でのスクワットをする例で、股関節屈曲筋力が弱体化しており、股関節屈曲筋力の強化と共にスクワット動作時の

骨盤後傾も改善される症例に遭遇することも多い。そこで、股関節屈曲運動の主動筋である大腰筋に注目し、「骨盤後傾位でスクワット動作をする例では、股関節屈曲筋力が弱体化している」という仮説を立てた。本研究の目的は、股関節屈曲筋力がスクワット動作時の骨盤アライメントに及ぼす影響を明らかにすることである。

対象及び方法

対象は、下肢関節に既往のない健常男性成人25名(平均年齢 20.4 ± 3.2 歳, 身長 172.2 ± 6.1 cm, 体重 64.8 ± 10.0 kg)とし、本研究の目的を説明し同意を得た。等速度性筋力測定器BTE Primusを用いて、右股関節屈曲筋力を測定した。測定肢位は両下腿を下垂した背臥位で、軸心を大転子、抵抗位置を大腿遠位前面、測定範囲を股関節屈曲 $0 \sim 90^\circ$ に設定した。なお、測定中に骨盤の前後傾運動が生じないように骨盤は前後傾中間位で測定台にベルトを用いて固定した。角速度は $60 \cdot 180 \cdot 240$ deg/secの3種類に設定し、各3回・5回・5回ずつランダムに測定した。得られたpeak torqueを体重で除した値(以下peak torque/BW)を股関節屈曲筋力として算出した。また180 deg/sec, 240 deg/secにおけるpeak torque/BWを60deg/sec

* The influence of hip flexor muscle strength on pelvic alignment during Squat

** 国際医学技術専門学校 理学療法学科
Department of physical therapy, International institute of medical therapy
Shintaro Kudo

におけるpeak torque/BWで除した値を用いて、180 deg/sec, 240 deg/secにおける低下率を算出した。スクワット動作は、開始肢位は歩幅程度とした直立位、終了肢位を大腿部と床面の成す角度が60°になる肢位と規定した。なお動作に対する上肢の運動の影響を考慮し、両上肢は前胸部で腕組みとした。スクワット動作は1秒間に1回と規定し、十分な練習後、上前腸骨棘と大転子に体表からマーカを添付し、3回のスクワット動作を矢状面上からデジタルビデオカメラ (Victor GR-DVL700) で記録し、開始肢位と終了肢位の骨盤傾斜角を測定した。骨盤傾斜角の測定には、上前腸骨棘と大転子を結んだ線と大転子を通る水平線の成す角度を用いた。開始肢位から終了肢位までの骨盤傾斜角の変化は、骨盤-大腿リズムを考慮し、変化量が10°未満の13名 (平均年齢20.2 ± 3.6歳, 平均身長171.2 ± 6.5 cm, 平均体重62.6 ± 5.7kg) をcontrol群, 10°以上後傾した12名 (平均年齢20.5 ± 2.9歳, 平均身長173.2 ± 5.8 cm, 平均体重67.1 ± 13.1 kg) を後傾群に分類した。2群間の股関節屈曲筋力および低下率を角速度毎に比較し、統計学的手法にはMann-Whitney検定を用い、有意水準は5%未満とした。

結果

60 deg/secにおける股関節屈曲筋力は、control群で1.74 ± 0.17 Nm/kg, 後傾群で1.56 ± 0.24 Nm/kgであり、後傾群で有意に低値を示した。180 deg/secにおける股関節屈曲筋力は、control群で1.74 ± 0.17 Nm/kg, 後傾群で1.43 ± 0.20 Nm/kgであり、後傾群が低値を示したものの有意差は見られなかった。240 deg/secにおける股関節屈曲筋力は、control群で1.53 ± 0.16 Nm/kg, 後傾群で1.28 ± 0.19 Nm/kgであり、後傾群で有意に低値を示した (図1)。また180 deg/secにおける低下率は、control群で10.4 ± 8.55%, 後傾群で8.89 ± 8.10%であり、有意差は認められなかった。しかし240 deg/secにおける低下率は、control群11.8 ± 6.68%, 後傾群17.9 ± 7.55%であり、後傾群で有意に上昇していた (図2)。低下率の上昇は、運動速度が高速化するほど発揮筋力が低下し易くなることを示している。

【考察】

骨盤の前後傾運動は、脊柱および下肢からの関節運動連鎖の影響を受ける。そのため、動作中の骨盤単独の運動を記録することは困難である。骨盤前後傾運動の測定方法として、Burdettら⁵⁾は、

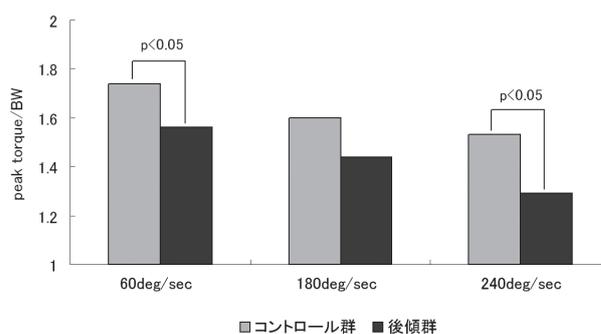


図1 各角速度の股関節屈曲トルク

全ての角速度において、後傾群のpeak torque/BWはコントロール群に比して低下傾向を認めた。更に60 deg/sec, 240 deg/secでは有意に低下していた。

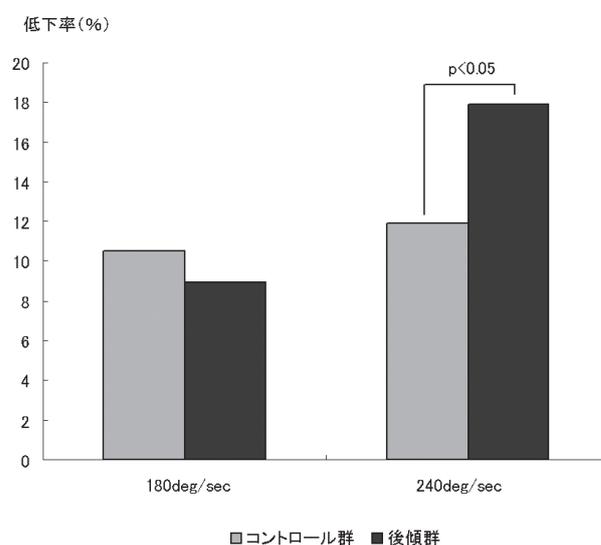


図2 各角速度における股関節屈曲トルクの低下率

240 deg/secでの低下率はコントロール群に比して後傾群で有意に上昇していた。低下率の上昇は股関節屈曲トルクが発揮しにくくなることを示している。

上前腸骨棘と上後腸骨棘を結んだ線を用いたA-P角での測定方法を紹介している。しかし真島ら⁶⁾は、この方法では上前腸骨棘が体側に、上後腸骨棘が背側に位置しているため側方からの測定では誤差が出やすいと報告し、上前腸骨棘と大転子を結ぶ線と大転子を通る平行線の成す角度を用いた測定方法を推奨している。今回は、簡便性を考慮して真島らの測定方法を参考に骨盤アライメントの測定を行った。

今回、後傾群では180 deg/secにおける低下率は有意差を認めなかったが、240 deg/secにおける低下率は有意に上昇していた。股関節屈曲運動の主動筋である腸腰筋は、大腰筋と腸骨筋からなり、大腰筋は第12胸椎から第4腰椎の横突起および全

腰椎椎体側面から、腸骨筋は腸骨窩から起始し、両筋とも鼠径靭帯深層の筋裂孔を通過した後、大腿骨頭を前面から覆い小転子に付着する。大腰筋の筋線維組成について、木村ら⁷⁾はType I線維が多いこと、通常の筋と異なりType II線維よりType I線維の方が太いことを示している。すなわち、大腰筋はType I線維が多いため、高速度域における筋収縮は困難になる。また、大腰筋の機能は諸家により報告されている。Santaguida⁸⁾は、屍体標本とMRIデータから、大腰筋は姿勢変化に関わらず腰椎の前弯を変化させない機能を有すると報告している。名倉⁹⁾は、MRI画像を用いた三次元幾何学モデルの解析から、大腰筋は股関節actuatorとしての機能に加え、立位姿勢における腰椎・骨盤の支持および安定に関与すると報告している。これらの報告から、大腰筋が弱化した状態におけるスクワット動作では、腰椎の前弯が維持できず、骨盤は後傾位になりやすいと推察できる。また古川ら¹⁰⁾は反復性肩関節脱臼と診断されたスポーツ選手に対して肩関節における低速域から高速域までの等速性筋力を測定している。その結果、従来の低・中速域での測定では健常者とはほぼ同様の筋力を発揮できるが、高速域では筋力低下を示すものがあるため、素早い運動が要求されるスポーツ選手に対する筋力測定においては、高速域での等速性筋力測定の重要性を示唆している。今回、運動課題としたスクワット動作は動作中の運動速度は高速度ではないものの、スポーツ活動を念頭に置くと、高速度域での筋力評価は重要になり、高速度域における股関節屈曲筋力の低下は後傾群を特徴付ける要因と考えられた。

また、高速度域のみではなく全ての角速度において、後傾群の股関節屈曲筋力はcontrol群と比較して低下傾向にあり、60・240 deg/secにおいては有意に低値を示した。股関節は大腿骨頭が寛骨臼に覆われている臼状関節であり、構築学的に高い安定性が保たれている。一方、近藤ら¹¹⁾は股関節屈曲運動の抵抗位置の相違から、股関節屈曲筋力の発揮には股関節を求心位に保持する筋機能が重要であることを示唆している。またYoshioら¹²⁾は屍体股関節を用いた研究により、股関節屈曲0-15°の範囲では大腰筋の収縮は大腿骨頭の安定化に作用すると報告している。すなわち股関節の動的安定化は、股関節周囲筋の協調的な収縮によって達成されると考えられる。これらのことから、後傾群では大腰筋による大腿骨頭の安定化作用が十分に発揮されず、大腿直筋や縫工筋などの股関節屈曲筋の発揮効率も低下し、全ての角速度にお

いて股関節屈曲筋力が低値を示したと考えられた。

本研究では、骨盤-大腿リズムを考慮して、10°以上の後傾運動をした対象者を後傾群とした。しかし、従来の骨盤-大腿リズムに関する研究の測定条件は背臥位、Open kinetic chainにおける運動であり、スクワット動作時などのClosed Kinetic Chainにおける骨盤-大腿リズムを測定した研究は見られない。今後はスクワット動作時の骨盤-大腿リズムを考慮した詳細な検討を加え、改善したい。また本研究では、股関節屈曲筋力のパラメータとしてpeak torqueを用いたが、今後はpeak torque angleなどの測定パラメータを増加すること、股関節屈曲運動に参加する大腿直筋や縫工筋などの表面に位置する筋に関しては筋電図を用いた詳細な検討を追加していくことが今後の課題となった。

まとめ

1. 股関節屈曲筋力とスクワット動作時の骨盤アライメントとの関係を検討した。
2. 後傾群の股関節屈曲筋力は、control群と比較して有意に低下し、高速度域になるにつれ筋力低下は顕著であった。
3. 大腰筋の機能は、股関節屈曲だけではなく、姿勢の保持・安定にも関与しており、同筋の機能低下が骨盤後傾位でのスクワット動作になる一要因と考えられた。

【参考文献】

- 1) 川野哲英：外傷予防のための身体操作。スポーツ外傷学Ⅰ。黒澤尚・他(編)スポーツ外傷学総論。医歯薬出版、東京 2001 pp. 294-297
- 2) 川野哲英：ファンクショナルエクササイズ⑨。トレーニングジャーナル24(10):48-53, 2002
- 3) 菅原純、福井勉・他：体幹屈曲伸展の筋トルクがスクワット動作時の骨盤の傾斜に与える影響。理学療法学 24:55, 1997.
- 4) 岡坂政人、福井勉・他：大腿四頭筋、ハムストリングスの筋トルクが体幹、骨盤、脛骨の傾斜角に与える影響。理学療法学 23:466, 1996.
- 5) Burdett RG, Brown KE et al.: Reliability and Validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic position. Phys Ther 66:677-684, 1986
- 6) 真島京子、原田直樹・他：骨盤前後傾の動きの評価に関する基礎的検討。長崎理学療法 2:20-22, 2001.

- 7) 木村忠直：数種霊長類における大腰筋の筋線維構築と組織化学的特徴. バイオメカニズム学会誌 24:141-147, 2000.
- 8) Santaguida P.L. McGill S.M. :The psoas major muscle:a three dimensional geometric study. J Biomech, 28:339-345, 1995
- 9) 名倉武雄, 矢部裕・他：MR画像を用いた大腰筋機能の3次元モデル解析. 日本臨床バイオメカニクス学会誌 18:131-135, 1997.
- 10) 古川裕之, 大久保吏司・他：反復性肩関節脱臼患者に対する高速域での肩関節等速性筋力測定
の重要性について. 理学療法学 32 (2) :77-82, 2005
- 11) 近藤仁, 山北和幸・他：抵抗位置の違いが関節運動に与える影響；股関節屈曲筋力からみた近位抵抗の有効性. Journal of Athletic Rehabilitation 3:95-100, 2000
- 12) Yosio M. Murakami G.et al. :The function of the psoas major muscle:passive kinetics and morphological studies using donated cadavers. J Orthop Sci 7:199-207, 2002