股関節外転角度がスクワットフォームに与える 影響について

—— Wall Squat を用いた検証 ——

Influence of the Hip Abduction Angle on Squat Form: An Examination of Wall Squats

渡邊 学^{1,2)} 松本 高明³⁾ 小野 晋¹⁾ 小関 博久⁴⁾ 渡會 公治⁵⁾

MANABU WATANABE, RPT^{1,2)}, TAKAAKI MATSUMOTO, MD³⁾, SUSUMU ONO, RPT¹⁾, HIROHISA KOSEKI, MD⁴⁾, KOJI WATARAI, MD⁵⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Touto Rehabilitation College: 2-4-2 Ohashi, Meguro-ku, Tokyo 153-0044, Japan
TEL +81 3-3468-0298 E-mail: manabu-wa@toutoreha.ac.jp

²⁾ Graduate School of Sport System, Kokushikan University

³⁾ Faculty of Physical Education, Kokushikan University

⁴⁾ Touto Rehabilitation College

⁵⁾ Faculty of Humancare, Teikyo Heisei University

Rigakuryoho Kagaku 32(3): 423-427, 2017. Submitted Dec. 8, 2016. Accepted Jan. 24, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] In this study, wall squats were performed with the buttocks, outside of the legs and 5th metatarsals in contact with a custom-built nook with an adjustable corner angle. The subjects who made movements to depart from this squatting position were judged the wall-squat abnormal (WSA) group. The study was performed to clarify whether the characteristics of WSA from WS with nook angles of 50 and 70° took the same form as those of 90°. [Subjects and Methods] The subjects were 50 males and 50 females (mean age: 21.7 ± 3.7 years). The form of their WS at nook angles of 50, 70 and 90° were evaluated. [Results] Subjects judged to have WSA in 90°WS were judged to have the same tendencies of WSA in 50° and 70°WS. [Conclusion] There is a possibility that mechanical stresses occur in knee flexion movements of WSA subjects, even in daily living activities.

Key words: squat, hip abduction angle, lower limb alignment

要旨:〔目的〕 Wall squat (WS) は、直交する壁に殿部・左右の下肢外側・第5中足骨頭を壁に接触しながら実施するスクワットである。そのスクワットから逸脱した動作を Wall squat abnormal (WSA) とした。本研究は、壁の角度が狭くなった WS (70°・50°) においても、90°に角度設定した WS と同様のフォームになることを明らかにした。〔対象と方法〕対象は健康若年者 100 名 (男性 50 名, 女性 50 名, 21.7 ± 3.7 歳) とした。90°・70°・50° に角度設定した WS のフォームを判定した。〔結果〕90°WS において WSA と判定された者は、70°・50°WS においても WSA と判定される傾向であった。〔結語〕WSA の対象者は、日常生活の中でもメカニカルストレスが生じる膝の屈伸運動の可能性はある。

キーワード: スクワット, 股関節外転角度, 下肢アライメント

¹⁾ 東都リハビリテーション学院 理学療法学科: 東京都目黒区大橋2-4-2 (〒153-0044) TEL 03-3468-0298

²⁾ 国士舘大学大学院 スポーツ・システム研究科

³⁾ 国士舘大学 体育学部

⁴⁾ 東都リハビリテーション学院

⁵⁾ 帝京平成大学 ヒューマンケア学部

I. はじめに

スクワットは closed kinetic chain (以下, CKC) のひとつとして, 下肢の股関節・膝関節・足関節を同時に屈曲および伸展する多関節運動で, 下半身トレーニングの強化として多く取り入れられている¹⁾。これまでに, スクワットに関する報告¹⁻⁷⁾は多岐にわたっている。運動器の障害予防としてのスクワットフォームは, 足趾と膝の方向が一致し屈曲した膝前面が足趾より前に出ないことや, 矢状面上にて体幹が一直線となるように体幹筋を働かせながら股関節を屈曲し, 体幹を前傾することが報告されている⁵⁻⁷⁾。本論文では, 運動器の障害予防におけるスクワットを正しいスクワットと定義した。また, 正しいスクワット動作から逸脱したスクワットを誤ったスクワットと定義した。

スポーツフィールドや臨床現場では, 身体症状や強化の目的に応じ, 負荷量や強度の異なったスクワットを選択している。しかしスクワットのフォームは多くの場合, 正しく指導されることなく実施していると推察される。そのため, トレーニングとして実施している各種スクワットが, 正しいスクワットであるかが不明である。誤ったスクワットにおいては, 三次元動作解析による膝の外反や股関節の内転などの運動軌跡について報告されている⁸⁾。誤ったスクワットを実施している場合, 下肢アライメントは, 関節構成体にメカニカルストレスを与え, 障害や疼痛を誘発する可能性が高い。また浦辺によると, 高負荷のCKCが下肢の関節コントロールを不十分にし, アライメント不良が明確に現れると報告している⁹⁾。誤ったスクワットの対象者は, 日常で実施している各種スクワットでも誤ったスクワットになる可能性が高く, 早期に発見し改善する意義は, 下肢障害を予防するうえで大きいと考える。スクワットトレーニングで誤ったスクワットを実施している対象者が, 日常実施しているスクワットを正しく実施できているか否かの報告は, 検索した範囲内ではみられない。

本研究では, 誤ったスクワットになる対象者は, 股関節外転角度が異なるスクワットにおいても誤ったスクワットになると仮定し, 渡會が考案した Wall squat (以下, WS)¹⁰⁾を用いて調査した。WSは, 障害予防としての正しいスクワットを理解し獲得する方法として, 直交する壁に左右の下肢外側を接触させながら実施するスクワットである。そのWSの交わった壁の角度を90°・70°・50°に設定し, 股関節外転角度が異なったスクワットフォームを判定した。各角度で判定されたスクワットフォームを検証することにより, 誤ったスクワットが股関節外転角度の異なるスクワットにも影響するか否かを明らかにすることを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

健康な専門学校生100名(男性50名, 女性50名)を対象とした。年齢は 21.7 ± 3.7 歳(平均 $\pm$ 標準偏差)であった。条件として, 測定時に股関節・膝関節・足関節の関節可動域制限や, 徒手筋力検査法により筋力低下ならびに左右差がなく, 神経系に異常を認めない者とした。

研究参加者に対しては研究の趣旨を十分に説明し, 同意を得て評価を実施した。なお本研究は国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科, 救急システム研究科研究倫理評価委員会において審査を受けた。

2. 方法

本研究のWSは, 渡邊らが Wall squat normal (以下, WSN)と Wall squat abnormal (以下, WSA)とに分類し, WSAが障害を発症しやすい誤った下肢アライメントのスクワットであることを報告している^{11,12)}。WSは, 壁に接触した殿部・下肢外側・第5中足骨頭が, 壁から離れることなく各関節を屈曲することにより, 足趾と膝の方向が一致した下肢アライメントの動作になる。また, 矢状面上にて体幹が一直線のまま股関節を屈曲し, 骨盤を前傾させる。前傾した骨盤と同時に体幹が壁から離れ, 下腿と平行になるまで体幹を前傾する。足底荷重中心部は, 足の長軸上の中央を維持するように意識する。その際に, 第5中足骨頭が壁に接触し, 踵は壁に接触しないようにする。このスクワットが実施できたものをWSNと判定した(図1)。また, 壁に接触しているべき殿部・下肢外側・第5中足骨頭が, 一連のスクワット動作にて少しでも壁から離れた場合をWSAと判定した。また, 荷重している足部の移動や足部の変化が認められた場合もWSAと判定した(図2)。

測定する壁は, 渡會が考案した美スタンド(クリティー社製, 図3a)の両脇に, 厚手の板を接着させて歪まないように作成した。壁の高さは85 cmとし, 各角度のWSの測定をする際に同一の高さとした。測定中の壁の固定は, 壁後方の両側に介助者を配置した。また, 壁の角度設定はゴニオメーターを用いて設定し, 測定中も角度変化が生じないよう常時, 介助者が確認できる位置に設置した。介助者には, WSによる代償運動を十分に説明し, 代償運動が生じないよう確実に壁を固定した(図3b)。

対象者には, WSの説明と指導を実施した後, 90°・70°・50°に角度設定した美スタンドを用いてWSを測定した。70°WSと50°WSの際には, 左右の殿部がなるべく壁の奥までくるようにし, 90°WSと同様のスクワットをするように指導した。また, 「壁に接触している殿部ならびに左右の脚が壁からはなれないこと」「体幹は

図1 90°・70°・50°に角度設定したWall squat normal (WSN)

すべての角度において殿部・大腿・下腿・第5中足骨頭（踵は壁に接触しない）は壁に接触し、膝と足趾が一直線上のニュートラルな下肢アライメントとなる。体幹は下腿と平行になるように、股関節を屈曲しながら前傾する。荷重は足部長軸上の中央を意識する。

図2 90°・70°・50°に角度設定したWall squat abnormal (WSA)

すべての角度において、膝関節90°屈曲に達する前に、下肢の離壁が認められる（膝の外反）。足部異常：踵部の離床または内側方向への移動が認められる。下肢の離壁または足部異常が認められた場合をWSAとした。

a. 美スタンド

b. 測定風景

図3 測定方法

a: 渡會が考案したスクワット補助具「美スタンド」。b: 美スタンドの上にゴニオメーターを設置し、介助者2名にて壁を固定。

ひざ下と平行になるように前傾し、背中が壁から離れること」「荷重は、足底中心を意識すること」の3点を説明した。その際の膝関節の角度は、なるべく90°まで屈曲するように指導した。測定中WSの判定基準である体幹前傾や膝関節の屈曲角度が不十分なWSと膝前面が足趾より前にでたWSを失敗とし、再指導した。そのため、本研究の90°・70°・50°に角度設定したWSNとWSAの判定は下肢の動きを目視し、正しいWSをWSN、誤ったWSをWSAとして、さらに90°のWSN者をWSN群、WSA者をWSA群とした。検査者は、理学療法士ならびに日本体育協会公認アスレティックトレーナーの免許を有する者とし、対象者の正面に位置し判定した。測定回数は、十分な練習をした10分後に各WSを3回続けて実施し、90°・70°・50°の順に判定した。また各WSへの移行には1分間の休息を取り、疲労がないことを確認した後に測定した。

90°WSを90°WSN群と90°WSA群とに群分けして、各群についての70°WSと50°WSにおけるWSNとWSAの人数を、 χ^2 検定にてそれぞれの角度の関連について検討した。統計処理における有意率は、危険率5%水準で判定した。

III. 結 果

90°WSにおいては40名がWSNで、60名がWSAと判定された(表1)。

90°WSN群では、70°WSで39名がWSNで1名がWSAと判定され、90°WSN群と比較した結果、有意な差は認められなかった。50°WSでは39名がWSNで1名がWSAと判定され、90°WSN群と比較した結果、有意な差は認められなかった。また、70°WSと50°WSでWSAと判定された1名は同一者であった。

90°WSA群では、70°WSで57名がWSAで3名がWSNと判定され、90°WSA群と比較した結果、有意な

差は認められなかった。50°WSでは57名がWSAで3名がWSNと判定され、90°WSA群と比較した結果、有意な差は認められなかった。また、70°WSと50°WSでWSNと判定された3名は同一者であった。

IV. 考 察

本研究において、90°WSと70°WSの判定結果について有意な差は認められなかった。また90°WSと50°WSの判定結果についても、有意な差は認められなかった。このことより、90°WSでWSAと判定された対象者は、股関節外転角度が狭くなったWSにおいてもWSAと判定される傾向であった。WSNでも、同様の結果であった。各角度に設定したWSは、3つの異なった股関節外転角度のスクワットとなる。WSの角度が狭くなれば、股関節周囲筋群や関節可動域の影響が減少し、90°WSでWSAと判定された対象者が70°・50°WSにおいてWSNになりうると考えた。しかし判定された結果は、股関節周囲筋群や関節可動域の影響を受けずに、同様のスクワットになることが判明した。つまり、誤ったフォームでWSを実施している対象者は、股関節外転角度の異なるスクワットでも誤ったスクワットになる可能性があると考ええる。

スクワットフォームにおける異常アライメントは、スポーツ活動や日常生活での習慣化した動作がアライメントに大きな影響を与えると考える。中畑らによると、ACLの再受傷機転は初回の受傷機転と異なり、方向転換による再断裂が多く認められ、スポーツ復帰前に安全な動作の獲得と指導が重要であると報告している¹³⁾。WSAの習慣化した動作もまた方向転換などの下肢アライメントに影響し、再受傷への要因の1つになると考える。競技者などは、スポーツ復帰前のトレーニングとして、目的に応じた各種スクワットを実施している。しかし、誤ったスクワットで実施している対象者は、スポーツ活動や日常生活での動作そのものが習慣化され、その習慣化された動作がCKCのトレーニングにも影響してくと考える。

WSの利点は、直交する壁があれば、いつでもWSを実施することが可能である。壁に接触することで、視覚や皮膚感覚から正しい下肢アライメントを維持した関節運動を、対象者が容易に理解し判断することができる。また壁を使用することにより、動作の再現性と転倒防止などの安全性が確保できる。

本研究において、90°WSA群は、比較的容易に実施できるWSにおいても誤ったスクワットフォームになることが立証された。そのため、WSにおいて正しいスクワットフォームを安全に獲得することは、スポーツ活動や日常生活での障害予防に繋がると考える。また、スクワットフォームの指導方法として、WSが有効であると

表1 90° Wall squat normal (WSN) 群と90° Wall squat abnormal (WSA) 群における各群の70° Wall squat (WS) と50°WSの比較

	90°WSN 群	90°WSA 群
90°WS (人)		
Normal	40	0
Abnormal	0	60
70°WS (人, %)		
Normal	39 (97.5)	3 (5.0)
Abnormal	1 (2.5)	57 (95.0)
50°WS (人, %)		
Normal	39 (97.5)	3 (5.0)
Abnormal	1 (2.5)	57 (95.0)

考える。

本研究では WS の利点を完全に立証するには限界がある。そのため今後も WS の利点をさらに検証し、下肢アライメントとしての判断材料の信憑性を高める検証と同時に、トレーニング効果の検証も進めていく。また、本研究の WS ではすべての運動器の機能障害や特定の動作に合わせたスクワット方法ではないため、すべての下肢障害を予防するには限界がある。この点についても今後検討していく必要がある。

引用文献

- 1) 真鍋芳明, 横澤俊治, 島田一志・他: スクワットにおける運動速度変化および反動運動の有無が股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響. 体力科学, 2004, 53: 425-442.
- 2) 日本体育協会: 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト6—予防とコンディショニング. 文光堂, 東京, 2007, pp95-118.
- 3) McCaw ST, Melrose DR: Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31: 428-436.
- 4) Ninos JC, Irrgang JJ, Burdett R, et al.: Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation and 30 degrees of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position. J Orthop Sports Phys Ther, 1997, 25: 307-315.
- 5) 三木英之, 清水 結: 前十字靱帯損傷予防の効果と展望—バスケットボールにおける取り組み. 臨床スポーツ医学, 2012, 29: 1147-1154.
- 6) Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, et al.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. Am J Sports Med, 1999, 27: 699-706.
- 7) 鈴川仁人, 高橋佐江子, 永野康治・他: 中学生バスケットボール選手に対する下肢外傷予防プログラムの実施効果. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2015, 23: 206-216.
- 8) 林 慶充, 石橋恭之, 津田英一・他: 2次元動作解析法及び3次元動作解析法を用いたジャンプ: 着地動作中における下肢アライメントと関節キネマティクスの評価. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2008, 16: 24-29.
- 9) 浦辺幸夫: 下肢の各関節の連関を考慮した外傷の発生機序についての運動学的分析. 理学療法学, 1994, 21: 532-536.
- 10) 渡會公治: 美しく立つ—スポーツ医学が教える3つのA. 文光堂, 東京, 2007, pp47-62.
- 11) 渡邊 学, 松本高明, 渡會公治・他: 壁スクワットを用いた下肢アライメントの評価. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2015, 23: 224-232.
- 12) Watanabe M, Matsumoto T, Ono S, et al.: Relationship of lower extremity alignment during the wall squat and single-leg jump: Assessment of single-leg landing using three-dimensional motion analysis. J Phys Ther Sci, 2016, 28: 1676-1680.
- 13) 中畑晶博, 湯朝友基, 江本 玄・他: 当院における前十字靱帯再建術後再断裂の調査. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2015, 23: 120-127.