

扁平足へのインソールによる内側縦アーチ高の変化が バックスクワット中の下肢のキネマティクスおよび筋活動に 及ぼす影響

スポーツ医科学研究領域

5022A027-5 黒川 貴徳

研究指導教員：広瀬 統一 教授

【緒言】スクワットはトレーニングにおいて効率的なエクササイズの一つであり、筋肥大や筋力の向上、カウンタームーブメントジャンプやスプリントなどのパフォーマンスの向上に寄与するとされている。スクワットを正しいフォームで適切に行えば、スクワット中に生じる傷害はほとんどないが、不適切なテクニックやエラー動作に加え、高重量が組み合わせられることで様々な傷害の誘因となる。スクワット中に見られるエラー動作の一つに膝関節外反角度の増大（DKV：Dynamic knee valgus）が挙げられるが、先行研究ではこのエラー動作の要因として足部アーチの低下が予測因子のうちの一つであったとしている。足部アーチは足部を接地した際に生じる衝撃の吸収と下肢で発生した力の伝達の主に二つの機能を有しているが、足部アーチの過度な低下は正常な足部機能を阻害させる可能性があり、特に内側縦アーチの低下はいわゆる扁平足につながる。先行研究では、通常の足部アーチを有する者と扁平足における重量を用いたスクワット（BSQ：バックスクワット）中のキネマティクスを比較しており、扁平足ではDKVが大きかった。DKVは動作中に発生する膝関節傷害のリスクを増加させる一般的な動作エラーであるため、扁平足を改善させる必要性が示唆される。扁平足の治療法の一つであるインソールは即時的に介入効果を得られるという利点があり、その臨床的有用性は扁平足の人々や様々な下肢の傷害において報告されている。先行研究では扁平足へのインソール介入がスクワット中のDKVを減少させる可能性があるとして報告しているが、彼らの用いた負荷は自体重であり、BSQ中のインソールの効果は不明である。先行研究よりエラー動作と高重量が組み合わさることによって傷害の誘因となる可能性があることから、BSQ中のインソールの効

果を検証する必要がある。また、インソールによる歩行やランニング中の下肢の筋活動への影響に関するシステマティックレビューでは、立脚期において長腓骨筋の筋活動は上昇したが、前脛骨筋と下腿三頭筋に変化は認められなかった。一方で、オーバーヘッドスクワット中にDKVを呈する者の下肢の筋活動を調査した先行研究では、コントロール群と比較して前脛骨筋および腓腹筋の筋活動は高かったとしている。よって、下肢の筋活動は足部アライメントの変化や膝関節の異常な動的アライメントの影響を受けやすい可能性が推察されるため、インソールによるBSQ中のキネマティクスの変化の説明因子として同時に調査する必要がある。そこで本研究の目的は、扁平足へのインソールによる内側縦アーチ高の変化がBSQ中の下肢のキネマティクスと筋活動に及ぼす影響を調査することとした。

【方法】被検者は健常男性24名とし、アーチ高率（AHI；Arch height index）を用いて通常足（CON）群と扁平足（FF）群にそれぞれ12名ずつ分けた。AHIの基準値は0.310以上をCON群、0.310未満をFF群とみなした。さらにFF群をアーチサポート（AS）群とノンサポート（NS）群に分け、3群で比較した。本研究は、早稲田大学に設置されている倫理委員会にて承認された。事前にBSQの1RM（RM：Repetition Maximum）を測定し、自体重（BW）、40%1RM、80%1RMの負荷にて各2回ずつ実施した。動作スピードは2秒でしゃがみ、最下点で1秒静止後、2秒で開始肢位に戻るよう指示した。測定項目はAHI、下肢関節角度、二次元動作解析（キネマティクス）、表面筋電図とした。キネマティクスは矢状面の関節角度および膝前方変位（KTD：Knee toe distance）、膝内側変位（MKD：Medial knee

displacement) とした。表面筋電図の被験筋は、前脛骨筋 (TA), 長腓骨筋 (PL), ヒラメ筋 (SO), 腓腹筋外側頭 (LG), 腓腹筋内側頭 (MG), 外側広筋 (VL), 内側広筋 (VM), 大殿筋 (Gmax), 中殿筋 (Gmed) とした。関節角度は CON 群と FF 群の 2 群で比較し、AHI, キネマティクス, 表面筋電図は CON 群、AS 群、NS 群の 3 群で比較した。解析区間は下降および上昇局面の各 2 秒間を 100% に正規化し、ピーク値を算出した。統計手法は、関節角度を対応のない T 検定、AHI を Kruskal-Wallis の H 検定、キネマティクスと表面筋電図を二元配置分散分析と Bonferroni 法で行った。統計学的有意水準は危険率 $p < 0.050$ とした。

【結果】 AHI は NS 群に対して CON 群および AS 群で有意に高値を示したが、CON 群と AS 群との間で有意差は認められなかった。80%1RM での上昇局面において、CON 群に対して AS 群および NS 群の MKD は有意に高値を示した。また、いずれの負荷において、AS 群と NS 群との間で MKD に有意差は認められなかった。表面筋電図では、80%1RM の下降局面では、CON 群よりも AS 群および NS 群の VM の筋活動は有意に低値を示した。80%1RM の上昇局面では、CON 群に対して NS 群で VM の最大筋活動は有意に低値を示した。また、CON 群と AS 群の間で VM の筋活動に有意差はなかったが、有意傾向が認められた。

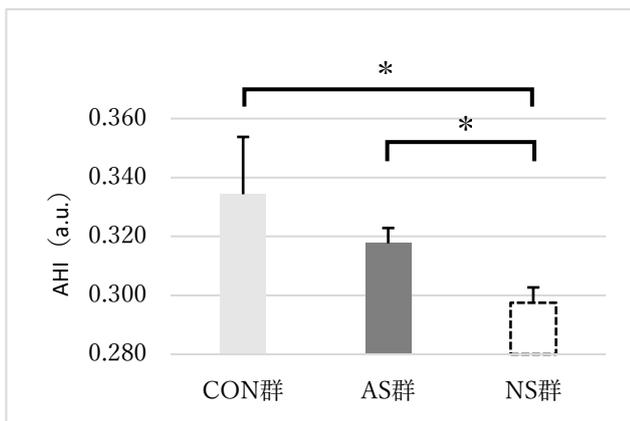


図1 各群の AHI
* : $p < 0.050$

【考察】 本研究では 80%1RM での上昇局面において、CON 群に対して AS 群と NS 群の MKD は有意に高く、内側縦アーチ高の違いが高重量での

BSQ 中に MKD を増大させることが明らかとなった。だが、本結果は先行研究と一致するものの、AS 群と NS 群との間で有意差はなく、インソールの効果は認められなかった。その理由として、各群の AHI は CON 群 (0.335 ± 0.020), AS 群 (0.318 ± 0.005), NS 群 (0.297 ± 0.005) であり、CON 群に対する AS 群の AHI は依然として低かったことが挙げられる。本研究では AS 群の基準値を 0.310 以上と設定し、試技前に基準値を超えていたことを確認した。そして、CON 群と NS 群、AS 群と NS 群との間の AHI に有意差が認められた。一方で、CON 群と AS 群との間の AHI に有意差は認められなかったことからインソールによるアーチサポートが担保されていたこと示す。だが、CON 群に対する AS 群の AHI は依然として低かったため、今後は AS 群の基準値を 0.310 よりも高く設定する必要がある。本研究では下降および上昇の両局面において、AS 群とおよび NS 群で負荷の増加に伴い、VM の最大筋活動は増大したが、80%1RM では CON 群ほど増大していなかった。先行研究では通常足と扁平足を対象に大腿四頭筋の筋厚を比較しており、通常足に対して扁平足の内側広筋斜走線維の筋厚は有意に低かったと報告している。また、先行研究では筋厚と筋断面積は比例関係にあることが報告されている。よって、先行研究および本結果から扁平足では VM による膝関節伸展筋力の低下が生じている可能性があるが、この要因とメカニズムは不明であるため、今後更なる調査が必要である。

【結語】

- ① 扁平足は BSQ 中に DKV の誘因となる可能性がある。
- ② AS 群の AHI は CON 群と比較して依然として低かったため、インソールによる内側縦アーチサポートは不十分であった可能性があるが、AHI を再考すれば、インソールが DKV の減少に有用となるかもしれない。
- ③ 扁平足では、BSQ 中の VM の最大筋活動が CON 群と比較して低値を示しており、膝伸展筋群の筋力が低下している可能性が推察されるが、その要因とメカニズムは不明である。