

Knee Dominant Squat の運動特性および 膝関節伸展機構の形態的・力学的特性の解明

スポーツ医科学研究領域
5020A030-0 熊本 夏海

研究指導教員：熊井 司 教授

【緒言】

大腿四頭筋の筋力強化を目的としたスクワット動作の一つに、膝関節主導型スクワット (KDS) が挙げられ、一般的なスクワット (SQ) と比較し、体幹が垂直かつ膝関節のみを屈曲させるスクワットである (図 1)。SQ と比べ、大腿四頭筋や膝蓋腱への伸張負荷が高いことが示唆されているが、KDS 中に実際に動員される筋は明らかではない。また、KDS は SQ と比べ大腿四頭筋や膝蓋腱への伸張負荷が大きいことが予想されるため、KDS が筋や腱の形態や力学的特徴に与える影響が SQ よりも大きい可能性があるが、明らかではない。

そこで、本研究の目的は KDS と SQ を比較し、下肢関節角度の変化と、大腿・下腿の筋活動および筋・腱の形態や硬度に与える影響を即時的 (直前・直後) および短期的 (3 週間後) に検証することとする。

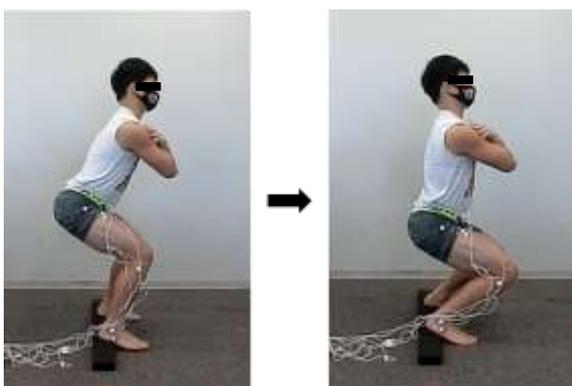


図 1 膝関節主導型スクワット (KDS)

【研究 1】

目的： SQ と KDS の運動特性および、運動直前と直後の筋・腱の形態や力学的変化の違いを明らかにすること。

対象： 大学アメリカンフットボール選手 13 名 (SQ 群 6 名、KDS 群 7 名) とした。

結果および考察： KDS 群は大腿直筋 (RF)、内側広筋 (VM) および外側広筋 (VL) の筋活動が SQ 群よりも高い傾向がみられた (図 2)。また、SQ は下肢 3 関節の屈曲・伸展を伴う動作であるのに対し、KDS は膝関節深屈曲位で屈曲・伸展を行う動作であることが明らかとなった (表 1)。KDS は SQ に比べ、膝関節伸展機構に大きな負荷を加えることができることが示唆された。筋・腱の形態や力学的変化は、SQ 群と KDS 群の間に有意な差はなかった。SQ 群は RF の筋硬度は増加傾向にあり、VM と VL の筋硬度は減少傾向にあった。一方、膝蓋腱の内・外側の腱硬度は増加傾向にあった。このことは、膝蓋骨ポジションが上方に変位した影響と考えられる。RF が膝蓋骨を上方に牽引し、それに伴い VM と VL の筋長が短縮し、膝蓋腱が伸長され、本研究結果に至った可能性が考えられた。KDS 群では VM・VL・RF の筋硬度は低下していた。KDS の特徴として、膝関節深屈曲位で膝を屈伸させることから、トレーニング効果に加え、ストレッチング効果も有していた可能性が示唆された。

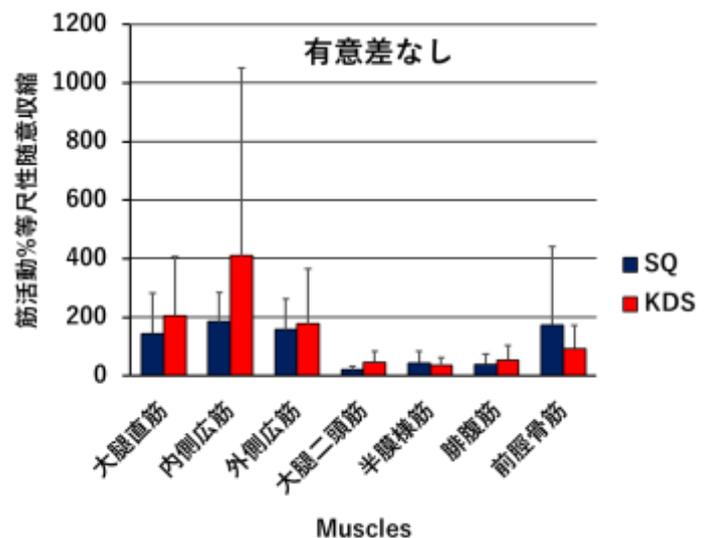


図 2 動作中の筋活動

表1 下肢関節角度の可動範囲

	股関節角度	膝関節角度	足関節角度
	可動範囲	可動範囲	可動範囲
SQ	84.1±16.2 ⁺	77.0±16.4 ⁺	17.4±3.8
KDS	10.9±7.1	21.2±10.9	10.9±6.4

+ : KDS群より有意に大きい
p < 0.05

【研究2】

目的: SQ または KDS を3週間実施した際の大
腿四頭筋・膝蓋腱の形態や力学的変化を明らか
にすること。

対象: 大学アメリカンフットボール選手 11 名
(SQ 群5名、KDS 群6名) とした。

結果および考察: 大腿四頭筋の形態や力学的変
化は、群間に有意な差は認めなかったが、KDS
群は SQ 群と比較して、大腿四頭筋の筋硬度が
減少傾向にあり、膝蓋腱外側の腱硬度、血流面積
が増加傾向にあった。さらに KDS 群において、
膝関節疲労度が運動課題前より3週間の運動実
施後の方が有意に大きくなったことから、KDS
群は SQ 群に比べ、膝蓋腱により大きな負荷を
加えることができるトレーニングであることが
示唆され、膝蓋腱症のリハビリテーションに効
果的である可能性が考えられた。しかし、筆者の
卒業研究において、KDS の導入に伴い膝蓋腱症
が多発したことから、KDS の過度な導入は障害
発生を招く危険性があり注意が必要である。ま
た、膝蓋骨ポジションについては SQ 群の膝蓋
骨が上方に変位した傾向がみられ(表2)、【研
究1】と同様に筋硬度の増加に伴い膝蓋骨ポジ
ションが上昇したと考えられた。

表2 膝蓋骨ポジション

	対象者	pre	3week	変化量
SQ	2	0.91	0.84	-0.07
	3	0.93	0.96	0.04
	4	0.91	0.91	0.00
	5	0.89	0.98	0.09
	6	0.71	0.80	0.09
KDS	7	1.06	0.98	-0.08
	8	0.88	0.88	0.00
	9	0.90	0.86	-0.04
	10	0.90	0.84	-0.06
	11	0.88	0.79	-0.09
	12	0.80	0.87	0.07

【追加検討】

目的: 膝蓋骨ポジションと大腿四頭筋・膝蓋腱の
硬度との関係を検証することとした。

対象: 基本的特徴および即時的介入後の関係性
は、【研究1】と同一の13名とした。

短期的介入後の関係性は、【研究2】と同一の
11名とした。

結果および考察: 対象者の基本的特徴として、大
腿四頭筋の硬度が高いほど膝蓋骨が上方に位置
し、膝蓋腱の硬度が低いほど膝蓋骨が上方に位
置するという特徴が示された。SQ 群において、
即時的および短期的なトレーニング介入により、
膝蓋骨が上方に変位するほど VM や VL の筋硬
度が高くなり、RF の筋硬度が低くなる傾向が示
された。【研究1】・【研究2】と同様に、VM
と VL の筋硬度増加に伴い、膝蓋骨が上方に牽
引され、それに伴い RF の筋長は短縮したこと
で、筋硬度が低下したと考えられる。一方で、
KDS 群において、膝蓋骨が下方に変位するほど
RF、VM および膝蓋腱外側の硬度が低くなる傾
向が示された。同様に、短期的な変化においても
膝蓋骨ポジションが下方に変位し、RF と VM の
筋硬度は低下する傾向がみられた。【研究1】よ
り、KDS は膝深屈曲位にて行う動作であり、ス
トレッチング効果を有している可能性が示唆さ
れた。KDS において RF・VM および膝蓋腱が
伸長され硬度が低下し、それに伴い筋による牽
引が減少し膝蓋骨が下方に変位した可能性が考
えられる。

【結論】

KDS は SQ と比較し、大腿四頭筋の筋活動が
高い傾向にあり、膝関節深屈曲位にて主に膝関
節のみを屈曲・伸展させる動作であることから、
膝関節伸展機構に大きい負荷を加えることがで
きるトレーニングであることが明らかとなった。
また、KDS は即時的かつ短期的に大腿四頭筋や
膝蓋腱の硬度が低下する傾向がみられ、トレ
ーニング効果だけでなくストレッチング効果を有
している可能性が示された。しかし、KDS は膝
蓋腱に強い伸張負荷を与えることから、膝蓋腱
症の発症に留意する必要がある。