

ハーフスクワットの方法における一考察

中尾 利恵¹ 尾崎 勝博¹ 緒方陽一郎¹
横山 茂樹² 大城 昌平² 井口 茂³

要旨 前十字靭帯（以下ACLと略す）損傷患者に対する、安全性の高いハーフスクワットの方法を検討する目的で、体幹前傾が下肢筋筋活動に及ぼす影響について健常者を対象に検索した。この結果、体幹を前傾することにより、重心は前方へ移動するとともに、大腿四頭筋・前脛骨筋の筋活動は減少し、大腿二頭筋、腓腹筋の筋活動量は増加した。以上のことからACLに対してagonist的に働くと言われている大腿二頭筋の筋活動量が增加したため、体幹前傾によるハーフスクワットは安全性の高い方法であると考えられた。

長崎大医療技短大紀 8: 89-91, 1994

Key words : ハーフスクワット・重心移動・筋活動

【はじめに】

当院ではACL損傷患者に対し、全荷重が可能になった時期から、スポーツ動作における二関節筋のコントロール¹⁾と主動作筋、拮抗筋の同時収縮を獲得する目的で、ハーフスクワットを指導している。このような Closed Kinetic Chain での動作を行う中で、再建靭帯の保護を常に考える必要がある。そこで今回、これらを踏まえた上でハーフスクワット動作時に体幹前傾が及ぼす影響を検討したので報告する。

【対 象】

対象は、膝に障害を有しない健常男性15名（平均年齢22.3±2.5歳）とした。

【方 法】

1. ハーフスクワット動作の方法

ハーフスクワット動作を次の2パターンで行った。（図1）

<Squat 1> ; 動作時に、できるだけ体幹の前傾を防ぎながら、足底全面で体重を支持するよう行う。

<Squat 2> ; 動作時に、体幹を前傾しながら、母指球で体重を支持するよう行う。

動作開始時は、両足部を肩幅に開き、体幹を垂直にした肢位を基本姿勢とし、両上肢を後ろで組み、重心動揺計上で静止立位とした。この肢位から動作を開始し、静止立位に戻るまでを一動作とし、各パターンを10回ずつ繰り返した。尚、いずれも膝関節の最大屈曲角度が90度前後となるように数回の練習をおこなった後、測定を開始した。

2. 測定方法（図2）

① 膝関節屈曲角度は電気角度計（日本光電）により、動作中の最大屈曲角度を測定した。

② 重心移動について重心動揺計（日本電気三栄）を用いて静止立位から最大移動した距離を測定した。

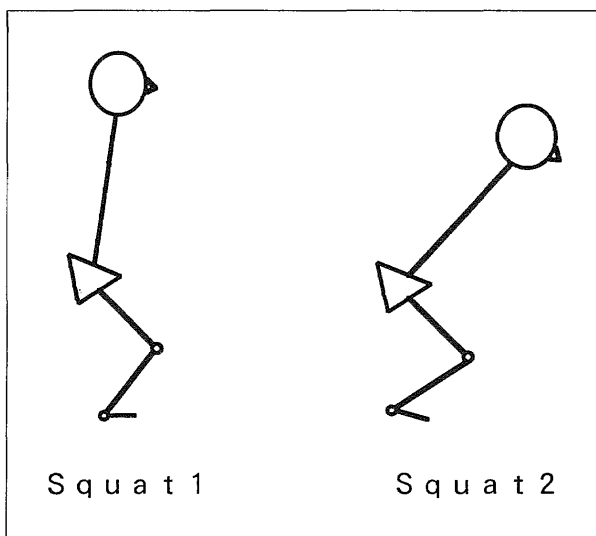


図1. Squat 動作の方法

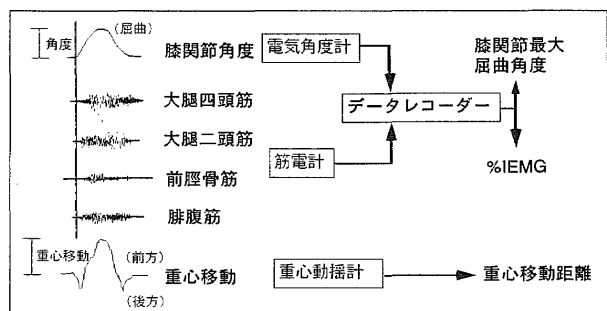


図2. 測定及び分析方法

1 乗松整形外科
2 長崎大学医学部附属病院理学療法部
3 長崎大学医療技術短期大学部

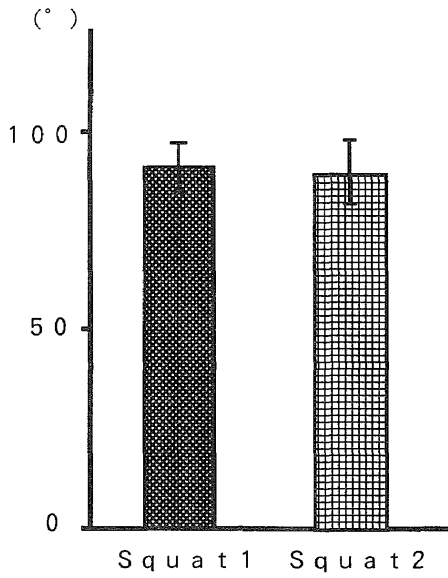


図3. 膝関節最大屈曲角度

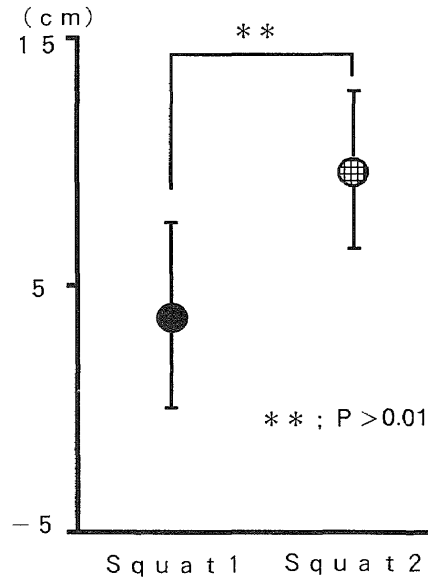
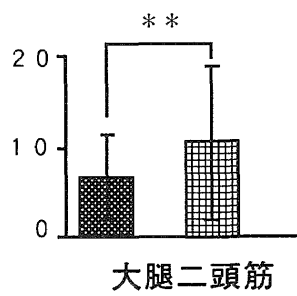
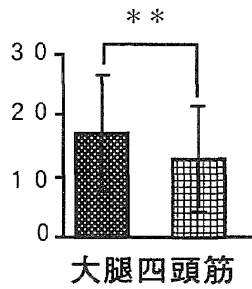
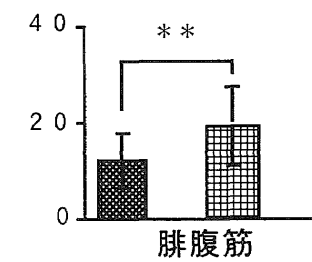
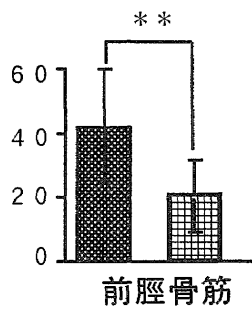


図4. 重心移動距離



** : P < 0.01



■ SQUAT 1
 □ SQUAT 2

図5. 各動作時における筋活動量

③ 動作中の筋活動は、表面筋電計（日本光電マルチテレーメータ）を用いて、大腿直筋（以下RFと略す.）、大腿二頭筋（以下BFと略す.）、前脛骨筋（以下TAと略す.）、腓腹筋（以下Gaと略す.）の4筋の筋電位を導出した。得られた筋電位から積分計を用いて各筋の積分値を算出した。また各筋の等尺性最大収縮を約5秒間行い、この時の筋活動から積分値を求めた。この等尺性収縮時の積分値を100%とし、各動作時における筋活動量を% IEMGとして算出した。

3. 統計学的処理

2パターンの動作間におけるパラメーターの検定は、対応のないt-検定を用いて、危険率5%未満で有意とした。

【結果】

1. 膝関節最大屈曲角度の結果は、<Squat 1>では、 $90.0 \pm 6.2^\circ$ 、<Squat 2>では、 $89.0 \pm 9.4^\circ$ と有意差は認められなかった。（図3）
2. 重心移動距離の結果は、<Squat 1>では、 $-1.87 \pm 5.0\text{cm}$ 、<Squat 2>では、 $9.3 \pm 3.0\text{cm}$ であり、<Squat 1>と比べ<Squat 2>は、有意に重心が前方に移動した。（図4）
3. 各筋の筋活動量の結果は、RF・TAでは<Squat 1>と比べ<Squat 2>が有意に減少した。またBF・Gaでは、<Squat 1>と比べ<Squat 2>が有意に増加した。（図5）

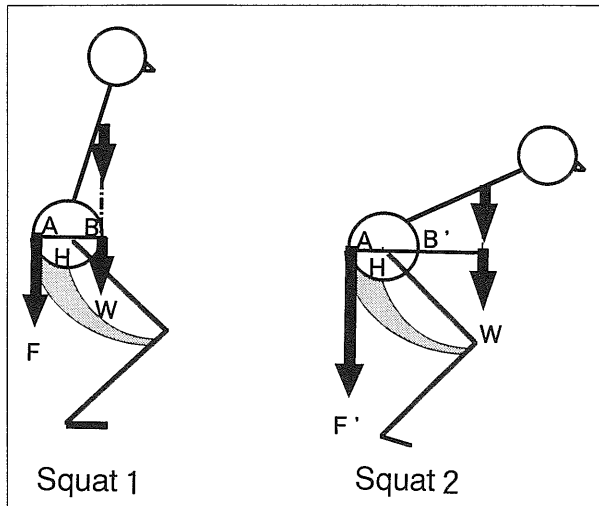


図6. Squat 1 と 2 における大腿二頭筋の作用

【考 察】

2 パターンの動作時において膝関節最大屈曲角度には有意な差はみられなかったことから、膝関節は一定の条件下であったと捉えられる。

<Squat 1> と比べ <Squat 2> では、重心移動距離は有意に前方移動していた。このことから <Squat 2> の方法は、目的通りに母指球で体重支持できていたと思われる。これは、多くのスポーツにみられる構えの姿勢であり、移動、方向転換動作能力向上、膝回旋の防止へつながると考えられる。²⁾

またこれに伴い、筋活動量は <Squat 1> と比べ <Squat 2> の方が、RF では有意に減少し、BF は有意に増加した。

つまり、放電交代様の現象が認められた。これを (図6) のように力学的に考察すると、体幹と頭部の重さ (W)、股関節 (H) から体幹を立て直そうとする力 (F) の作用点までの距離を (A)、(H) から重心線までの距離を (B) とした場合、 $F \cdot A = W \cdot B$ が成り立つ。A と W は一定であるので、重心が前方に移動し、(B) が長くなれば、(F) も大きな力を必要とする。この F の力源として、BF の積分値が高値を示したと思われる。また RF の場合では、膝関節を支点に考えると、体幹を前傾することにより、重心線が前方に位置する。このため、膝から重心線までの距離が短くなり、膝を伸展しようとする力は小さくなる。これにより、RF の筋電積分値は低値となる。大越らの報告³⁾でも、体幹前屈位、膝関節屈曲位における姿勢保持を行う場合、膝屈筋群の収縮は必要であり、体幹を前傾すると体幹の重心への moment

arm が増大し、膝屈筋群の張力が増大すると述べている。このように前傾姿勢で行う <Squat 2> では、RF の筋活動が減少し、BF の筋活動が増加するため、ACL 損傷患者にとって安全性の高いトレーニング方法であると考えられる。

Ga では <Squat 2> が <Squat 1> よりも有意に増加していた。この点について浦辺⁴⁾は Ga の働きとして、「膝関節屈曲角度が大きい場合は脛骨を前方に押し出す risk factor となるが、より伸展位に近づくに従い脛骨上端の後方に位置し、Ga の緊張は前方に押し出す力としてではなく、反対に agonist としてその役割が逆転していくと考えられる。」と述べている。今回の方法は、ACL に対して、ストレスがかからない肢位という観点から、膝関節最大屈曲角度を90度前後と定めた。結果として、体幹を前傾することにより、Ga の筋活動量は増加したため、安全性に関与しているのではないかと考えられる。しかし、phase に分けた細かな分析を行っておらず、Ga の正確な活動時期がわからぬため、これについては、今後の課題である。

また、<Squat 1> より <Squat 2> が重心前方移動距離は大きくなっていることから

足関節背屈角度は <Squat 2> の方が大きくなると思われる。しかし、TA の活動量はかえって小さくなっていった。これは、<Squat 1> では重心が後方へ移動しているため、姿勢を保持するよう TA が活動したためと思われるが、今回、足関節の角度変化を測定していないため、この点は明らかでない。

今後、ハーフスクワット動作時の経時的な筋活動や足関節の角度変化を捉えながら ACL 損傷患者に対して、より安全性のある動作を追求していきたい。

参考文献

- 1) 浦辺幸夫, 小林寛和, 高橋久美子, 川野哲英; スポーツ選手の膝関節運動における二関節筋の関与について, 理学療法学, 1988, 15 (4), 355-360.
- 2) 川野哲英; 下肢のスキル運動①—構えの姿勢—, トレーニングジャーナル, 1994.
- 3) 大越康充, 安田和則, 和田龍彦, 山中雅智; 膝屈曲立位において脛骨が受ける力の解析, 日本整形外科学会雑誌, 1990, 64 (9), 769-778.
- 4) 浦辺幸夫; 膝関節疾患におけるトレーニング方法の解析, 理学療法学, 1988, 15 (2), 149-154.