



北海道公立大学法人
札幌医科大学
Sapporo Medical University

SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY

Title 論文題目	スクワット動作における中間広筋の活動特性
Author(s) 著 者	河合, 誠
Degree number 学位記番号	第 93 号
Degree name 学位の種別	修士 (理学療法学)
Issue Date 学位取得年月日	2014-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	

修士論文の内容の要旨

保健医療学研究科 博士課程前期 理学療法学・作業療法学 専攻 スポーツ理学療法学 分野	学籍番号 12MPO-06 氏 名 河合 誠
論文題名 (日本語) スクワット動作における中間広筋の活動特性	
論文題名 (英語) Neuromuscular activation of the vastus intermedius muscle during dynamic squat movement	
<p>【研究目的】</p> <p>スクワット運動は様々な臨床場面で実施される代表的な運動動作の一つであり、動作の制御には主に大腿四頭筋が寄与する。大腿四頭筋のなかで深層に位置する中間広筋は、他の3筋と異なる形状を有し、非荷重下で特異な筋活動を呈することが報告されている。さらに、当該筋の機能不全が膝蓋大腿関節障害と関連する可能性も示されており、荷重動作中の詳細な筋活動の把握が不可欠である。方法論的制約から中間広筋を含めた大腿四頭筋の荷重動作中の活動特性はこれまで不明であったが、近年、中間広筋の表面筋電図の記録技術が新たに確立されている。そこで、本研究ではスクワット動作における中間広筋を含む大腿四頭筋の膝関節角度変化に伴う筋活動パターンを検討することを目的とした。</p> <p>【対象と方法】</p> <p>対象は右下肢に整形外科疾患の既往がない健常成人男性 15 名とした。被験筋は中間広筋、外側広筋、内側広筋、大腿直筋とし、表面筋電図法にて筋活動を測定した。中間広筋の電極貼付部位は、先行研究を参考に表層領域を超音波診断装置にて同定することで決定した。運動課題はスクワット動作とし、膝屈曲相 (ECC phase) → 膝 90° 保持相 (ISO phase) → 膝伸展相 (CON phase) の動作を 2 秒→2 秒→2 秒 (high speed)、3 秒→2 秒→3 秒 (normal speed)、4 秒→2 秒→4 秒 (low speed) の 3 速度条件で実施した。運動範囲は膝関節屈曲 0° から 90° とし、電気ゴニオメータを用いて膝関節角度をフィードバックしながら運動した。ECC および CON phase は、膝関節屈曲 15-90° で 25° 毎に 3 つのサブカテゴリー (15-40°、40-65°、65-90°) に分け、二乗平均平方根 (RMS)</p>	

を算出し、ECC phase の 15-40° 相 (ECC15-40) の値で他の動作相を標準化した (標準化 RMS)。統計処理は、標準化 RMS について繰り返しのある二元配置分散分析 (筋×角度および筋×速度) を行った。

【研究結果】

全速度条件の標準化 RMS において、交互作用 (筋×角度) が認められた ($P < 0.01$)。膝関節屈曲 40° 以上の屈曲域において中間広筋の標準化 RMS は、high speed 条件で内側広筋、外側広筋、大腿直筋に比して、normal speed 条件で内側広筋、外側広筋に比して、low speed 条件で外側広筋に比して有意に高値を示した (全て $p < 0.05$)。

また、筋と速度の関係について、ECC phase および CON phase において交互作用は認められなかったが、CON phase のみ有意な主効果 (速度) が認められた ($p < 0.05$)。high speed 条件における 4 筋の平均標準化 RMS は low speed 条件に比して有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

【考察・結論】

本結果から、全速度条件において全ての筋の活動は膝屈曲に伴い増大した。その変化は特に中間広筋で顕著であり、この筋がスクワット動作の膝屈曲域において重要な役割を担っている可能性が示された。この理由として、筋の発揮する力と長さの関係に関わる筋線維長が筋間で異なることが影響している可能性が挙げられる。また、筋の最小構成単位であるサルコメアの長さ-力関係の違いは中間広筋が屈曲域で張力発揮に有利となる可能性が報告されており、各筋頭でみられる固有の形状特性が各筋の活動特性に関連したと考えられる。

キーワード：

閉鎖運動連鎖、表面筋電図、膝関節角度-筋電図関係、膝蓋大腿痛症候群

【Objective】

The squatting exercise is one of essential weight-bearing exercises used in rehabilitation programs. During squatting, the quadriceps femoris (QF) synergists simultaneously act together to control of the movement. Unfortunately, the activation patterns of the vastus intermedius (VI) located in the deep region of the QF have not been investigated during squat movement due to technical difficulty to record surface EMG. However, by using a recent innovative technique, it is possible to record activity of the VI using surface electromyography (EMG) during dynamic knee extensions. The purpose of this study is to determine the neuromuscular activation patterns of the QF muscle group including VI during squat movement.

[METHODS]

For 15 healthy men, surface EMG was recorded at VI, vastus lateralis (VL), vastus medialis (VM) and rectus femoris (RF) during the repetitive squat movements. The electrode of the VI was attached to superficial region identified to used ultrasonography. The squat movement consisted of eccentric (ECC) phase, isometric (ISO) phase at the bottom, and concentric (CON) phase with knee joint flexion angle between 0° to 90°. The speed conditions were high speed (2s-2s-2s; ECC-ISO-CON), normal speed (3s-2s-3s), low speed (4s-2s-4s). The root mean square (RMS) of the EMG signals during three phases was calculated for knee joint angles ranging from 15° to 90°. Each ECC and CON phase was further divided into three subcategories (15° to 40°, 40° to 65° and 65° to 90°) with every 25° depending on the knee joint angles. The RMS during squat was normalized by that of 15° to 40° during the ECC phase (ECC 15-40) for all muscles. Normalized RMS was analyzed using a two-way analysis (factor: muscle × phase and muscle × speed) analysis of variance (ANOVA) with repeated measures.

[RESULTS]

During the squat movement, a significant muscle-by-angle interaction in normalized RMS of all speed conditions was found ($P < 0.01$). The normalized RMS of VI significantly higher at knee joint angles between 40 and 90° in all speed conditions, compared with those of other muscles ($P < 0.05$). In relations of muscles and the speed, the main effect (speed) that only CON phase was meaningful was accepted ($p < 0.05$). Mean standardization RMS of 4 muscles in the high speed condition was significantly higher than low speed condition ($p < 0.05$).

[Discussion and Conclusions]

These results suggest that the VI plays an important role in the flexed knee position during squat movement. This reason may be that the fascicle length of each muscles is different. In addition, the difference in length-tension relations of sarcomere shows the possibility that tension of vastus intermedius is large in the flexed knee position. It is thought that architectures of each muscles were related to each activity properties.

Keywords :

Closed Kinetic Chain, surface electromyogram, knee joint angle-EMG relationship, patellofemoral pain syndrome

論文審査の要旨及び担当者

報 告 番 号	第 93 号	氏 名	河合 誠
論 文 審 査 担 当 者	<p>理学療法学第二講座 主査：教授 片寄正樹</p> <p>理学療法学第二講座 副査：教授 内山英一</p> <p>作業療法学第一講座 副査：教授 中村真理子</p>		
<p>論文名</p> <p>スクワット動作における中間広筋の活動特性</p> <p>Neuromuscular activation of the vastus intermedius muscle during dynamic squat movement</p> <p>本論文は、大腿四頭筋のなかで深層に位置する中間広筋の神経筋活動特性を、荷重運動の代表であるスクワット動作中に表面筋電図法を用いて初めて解析したものである。非荷重下での膝関節運動中に記録した筋活動の動態分析から、中間広筋は表層の 3 筋とは異なる固有の機能を有することが確認されつつあるが、荷重環境下での動的な膝関節運動中に中間広筋を含む大腿四頭筋すべての筋の活動動態を定量的に評価した研究はこれまで報告がなく、新規性が高い。</p> <p>膝関節角度-筋電図関係および動作速度-筋電図関係を検討した結果、速度条件にかかわらず中間広筋の筋活動量は膝関節屈曲に伴い増大し、特に膝関節角度 90° 屈曲位に近づくにつれて他 3 筋との差が広がることを明らかにした。さらに、短縮性収縮相では動作速度の上昇に伴い、大腿四頭筋は一様に筋活動が増大していた。以上の結果は、中間広筋が膝関節角度に依存して動員される特徴を有する可能性を見いだした。これらの新知見を踏まえて、解剖学的ならびに運動生理学的視点から考察し、膝関節の運動制御に関与する中間広筋の機能的役割の解明に寄与した優れた論文といえる。従って、論文審査委員会は、本論文が修士（理学療法学）の学位論文に値するものと判断した。</p>			