

短 報

体幹の前傾角度がレッグプレスの筋活動に及ぼす影響

境 隆 弘 小 柳 磨 毅

四條畷学園大学

キーワード

レッグプレス、筋活動、膝前十字靭帯再建、CKCトレーニング

要 旨

我々は、膝前十字靭帯（ACL）再建術後のリハビリテーションに閉鎖性運動連鎖（CKC）の下肢筋力トレーニングであるレッグプレスを取り入れている。立位でのCKCトレーニングでは、その姿勢によって下肢の筋活動が変化することが知られている。本研究では、体幹の前傾角度がレッグプレスにおける下肢の筋活動に及ぼす影響を検証した。

その結果、体幹の前傾角度を増加させると、ハムストリングスや大殿筋の筋活動量が増加した。よって、ACL損傷膝や再建膝においてレッグプレスを行う時には、体幹の前傾が深い肢位の方が、より安全であると考えられた。

【はじめに】

Steindler¹⁾は閉鎖性運動連鎖（Closed Kinetic Chain：以下、CKCと略す）を「スクワットのように足底面が外部から反作用を受けながら行う複合関節運動」と定義した。CKCによる下肢動作は、膝関節伸展運動中にACLへの張力負荷に拮抗するハムストリングスの収縮が同時に得られることなどから、ACL再建術後のトレーニング法として最善であるとAndersonら²⁾は報告した。これを皮切りに1990年代以降、CKCはより安全で機能的であるとの報告³⁻⁹⁾が数多くなされ、ACL不全膝および再建術後のリハビリテーションに用いられている。

レッグプレスは、CKCでの下肢筋力トレーニングの一つである。我々は、等速度運動によるレッグプレスにおいて、ハムストリングスの筋収縮が高まることから、ACL再建膝に対する下肢筋力トレーニング方法としての安全性と有用性を報告した¹⁰⁾。

立位におけるCKCでは、身体重心の位置により下肢の筋活動が変化し、前傾姿勢ではハムストリングスの筋活動が増大することが知られている¹¹⁻¹⁴⁾。

しかし、レッグプレスにおける体幹の姿勢変化が下肢の筋活動に及ぼす影響は不明である。本研究では、レッグプレスにおける体幹の前傾角度が膝関節の伸筋と屈筋

の均衡に及ぼす影響を筋電図による筋活動量から検証した。

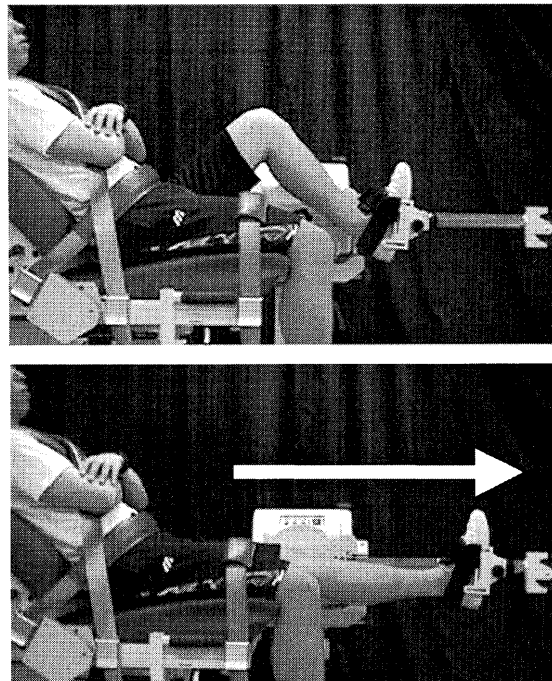


図1 等速度運動評価訓練装置でのレッグプレス
等速度運動評価訓練装置に取り付けられた直線運動をするペダルに足部を固定し、下肢全体での伸展を行う

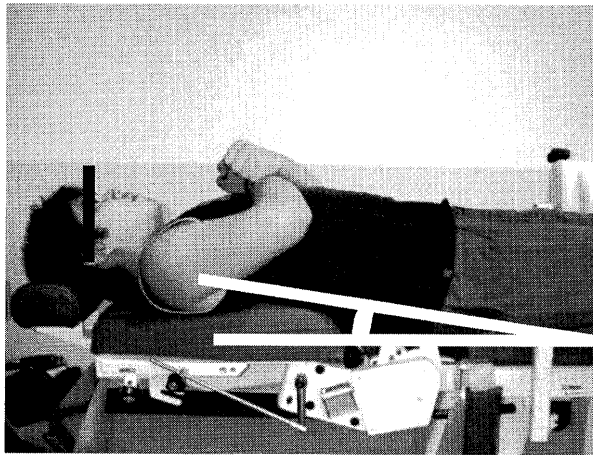
【被験者】

下肢に既往のない健常男性8名（平均年齢23.9±4.2歳、身長172.0±5.2cm、体重67.0±6.1kg）を被験者とした。なお全被験者に対し、口頭による十分な説明を行い、同意を得た。

【方法】

被験者には、自転車エルゴメーターによる5分間のウォーミングアップを行った後、等速度運動評価訓練装置（BIODEX MEDICAL SYSTEMS社製BIODEX 3PRO）のCKCアタッチメントを用いて、レッグプレスを以下の条件で行わせた。体幹および非検査側の大腿はベルトにて

シートに固定し、足部アタッチメントは膝関節完全伸展位で足関節底背屈中間位となるようペダルに固定した。上肢は胸部前面に位置させることで代償を防ぎ、膝関節の運動範囲は伸展0°～屈曲90°とした。10回以上の練習の後、角速度180°/secにてレッグプレスを片側10回ずつ施行した（図1）。体幹前傾角度は図2に示すように、リクライニング式のシートを座面に対して10°になる肢位（以下、体幹前傾10°位）および55°になる肢位（以下、体幹前傾55°位）の2条件とした。筋放電の測定は筋電計（MyoSystem 1200）を用い、大殿筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋（長頭）および腓腹筋（外側頭）の筋電図を皮膚表面双極誘導法にて導出した。



10°



55°

図2 レッグプレス測定時の体幹前傾角度（シート角）の設定

等速度運動評価訓練装置のシート角の設定により、体幹の前傾角度を10° および55° に設定した

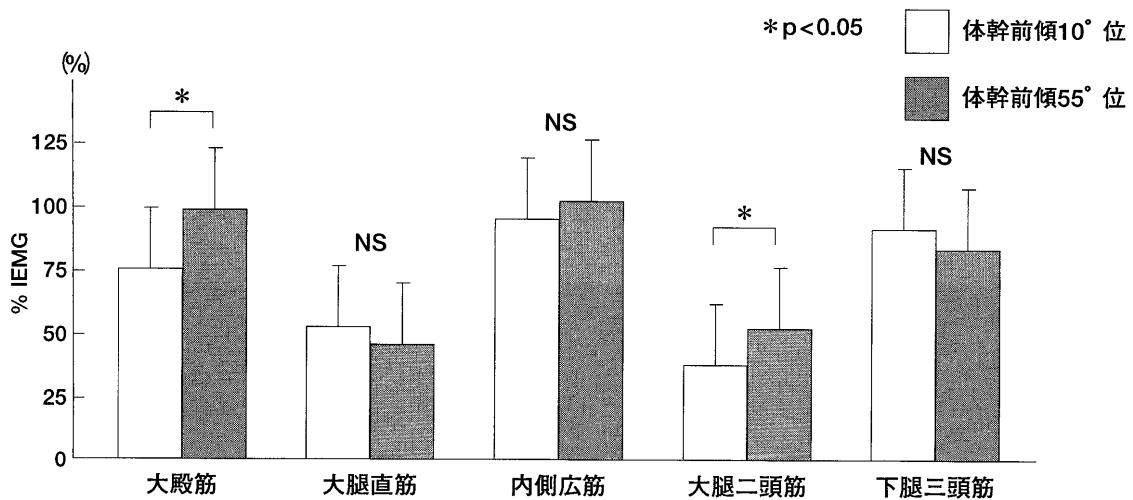


図3 体幹前傾角度の違いによる筋放電量（% IEMG）の比較

% IEMG：ピークフォース発生時の筋放電量積分値/MVC出力1秒間の筋放電量積分値×100

記録周波数帯域は10～500Hz、サンプリング周波数は1000Hzとした。最大仕事量を発生した動作時の筋放電量（IEMG）を同一時間での各筋の最大等尺性随意収縮時（MVC）のIEMGで正規化した% IEMGを算出し、各筋の放電量を比較した。統計学的検定はpaired t testを用いて、有意水準を5%未満として比較検討した。

【結果】 (図3)

レッグプレスにおける各筋の% IEMGの平均値は、体幹前傾10°位で大殿筋74.7±21.2%、大腿直筋52.8±20.6%、内側広筋95.5±24.1%、大腿二頭筋37.5±9.6%、腓腹筋外側頭90.7±48.5%であった。また体幹前傾55°位では、それぞれ99.0±29.6%、45.8±14.5%、102.5±13.1%、52.5±21.7%、82.7±26.9%であった。2条件の比較では、大殿筋と大腿二頭筋の% IEMGは体幹前傾55°位が10°位より有意に大きかった。それに対し、大腿直筋と内側広筋においては、2条件間に筋放電量の有意な差はなかった。

【考察】

立位姿勢の違いによる筋活動について、直立姿勢から体幹を前傾して重心を前方へ移行させるとハムストリングスの筋活動が増大すると報告がある¹¹⁻¹⁴⁾。また、一般的なトレーニングとして用いられるスクワットの体幹前屈¹²⁾や、足圧中心の前方移動¹³⁾がハムストリングスの筋活動を高めるとする報告もある。これらの報告では、重力に対して体幹が前方へ倒れないようにハムストリングスの筋活動が姿勢を保持するために高まるとしている。

本研究では、レッグプレスにおいて体幹の前傾角度が増加すると大腿二頭筋と大殿筋の筋放電量が高くなった。レッグプレスでは立位と比較して、体幹角度の違いが身体重心の位置を大きく変化させない。筋活動が変化した原因として、股関節伸展筋である大殿筋や大腿二頭筋の2筋は、動作開始時に股関節が深く屈曲されることにより、伸張位からの筋力発揮となり、筋の長さ-張力関係¹⁵⁾から筋放電が増大したと考えられた。一方、動作時の筋の長さが不変もしくは短縮位となる内側広筋と大腿直筋においては、2条件間に有意な差はみられなかった。

そこで膝関節の伸筋と屈筋における変化の違いから、レッグプレスでの体幹前傾角度の増大は、脛骨の後方引き出し力となるハムストリングスの筋放電量が拮抗する大腿四頭筋に対して相対的に増大し、膝関節前方剪断力を軽減する可能性が示唆された(図4)。

以上の結果より、ACL再建膝のCKCでの下肢筋力トレーニングの一環として、等速度運動でのレッグプレスを行う際には、体幹の前傾角度を大きく設定することで、大殿筋やハムストリングスへの依存度を高めて前方剪断力を減少させることにより、ACL再建膝に対して安全性が高まることが示唆された。

【まとめ】

非荷重位でのCKCであるレッグプレスにおいて、体幹の前傾角度の違いによる下肢後面筋の筋活動量の変化を検証した。

体幹の前傾角度が深い肢位でのレッグプレスでは、浅い肢位のものとは比べ、ハムストリングスや大殿筋の筋活

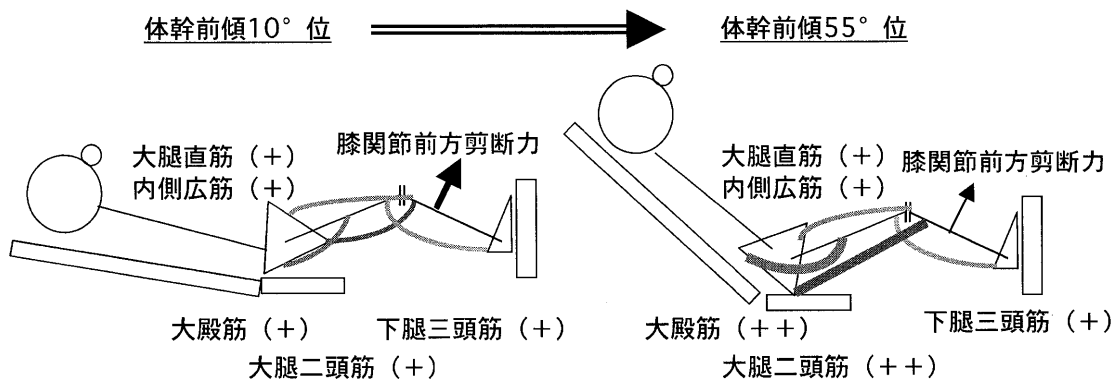


図4 体幹前傾角度の違いによる筋放電量と膝関節前方剪断力の変化 (模式図)

筋名の後ろの(+)は、相対的な筋放電量を示す
 模式図内の太い線は、筋活動が高まったことを示す
 矢印の太さは、膝関節前方剪断力の強さを示す

動量が有意に増加した。

これにより、ACL再建膝においてレッグプレスを行う時には、体幹の前傾を深くすることで、より安全に下肢のCKCトレーニングが可能であると考えられた。

文 献

- 1) Steindler A: Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions. Charles C Thomas, Springfield:63-64, 1955.
- 2) Anderson AF Lipscomb AB: Analysis of rehabilitation techniques after anterior cruciate reconstruction. Am J Sports Med 17:154-160, 1989.
- 3) Voight M, Rhodes D : Instrumented testing of tibial translation during a passive Lachman test and selected closed kinetic chain activities in the anterior cruciate deficient knee. JOSPT January;15(1):49, 1992.
- 4) Yack HJ, Collins CE, Whieldon TJ: Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament - deficient knee. Am J Sports Med 21(1):49-54, 1993.
- 5) Lutz GE, Palmitier RA, An KN et al.: Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises. J. Bone and Joint Surg May 75-A(5): 732-739, 1993.
- 6) Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS et al.: A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercise. Am J Sports Med 24(4):518-527, 1996.
- 7) 宮川 博文 : Closed kinetic chain exerciseの意義と臨床応用 - 前十字靭帯損傷患者の大腿四頭筋筋力増強効果について - . PTジャーナル31(1):37-43, 1997.
- 8) 佐々木 誠, 山上弘義, 白鳥常男 : 等速性脚伸展筋力増強訓練と等速性膝伸展筋力増強訓練とのトレーニング効果の比較. PTジャーナル32(5):367-371, 1998.
- 9) 市橋則明 : Open Kinetic ChainとClosed Kinetic Chain. PTジャーナル33(11):367-371, 1999.
- 10) 境 隆弘, 小柳磨毅, 佐藤睦美 他 : 等速度の蹴り出しとスクワットにおける筋活動の比較. 理学療法学 30 : suppl. 286, 2003.
- 11) Gantchev GN, Draganova N: Muscular synergies during different conditions of postural activity. Acta Physiol Pharmacol Bulg 12:58-65, 1986.
- 12) 大越康充, 安田和則, 青木喜満 他 : 膝前十字靭帯再建術後におけるhalf squat訓練のバイオメカニクス. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 8 :231-236, 1989.
- 13) 池添冬芽, 市橋則明, 森永敏博 : スクワット肢位における足圧中心位置の違いが下肢筋の筋活動に及ぼす影響. 理学療法学30(1):8-13, 2003.
- 14) 小柳磨毅, 史野根生, 吉本陽二他 : スキーの滑降姿勢が下肢筋の筋活動に及ぼす影響 - ACL損傷の予防的見地から見た安全なフォームの追求. スポーツ傷害 9 : 59-63, 2004.
- 15) Ralston HJ: Mechanics of human isolated voluntary muscle. Am J Physiol 151:612-620, 1947.

Influence of the trunk positions on muscle activity during leg press exercise

Takahiro Sakai Maki Koyanagi
Shijonawate Gakuen University

Key words

leg press, muscle activity, ACL reconstruction, CKC training

Abstract

We have provided the leg press exercise in closed kinetic chain (CKC) for the rehabilitation program to anterior cruciate ligament (ACL) reconstructed knees. It is known by the previous studies that the muscles activity of lower extremities during the CKC exercise depends on upright positions of the patients.

The purpose of this study is to verify the influence of various positions of the trunk on muscle activity during leg press exercise.

We statistically confirmed that the hamstrings and the gluteus maximus muscles were increased their activities when the forward bending of the trunk was increased. This result concludes that the leg press exercise for ACL reconstructed knees in trunk flexion is safer than the exercise in trunk extension.