

## VI. ジャンプ運動において運動開始時の構えを意図的に変化させることが下肢筋群の筋出力およびジャンプパフォーマンスに及ぼす影響（研究課題 3-1）

### 1. 目的

研究課題 2-1 において、ジャンプ運動中における股関節伸展筋群の筋出力に影響を及ぼす要因の一つとして、ジャンプ運動開始時における骨盤の前傾が挙げられた。つまり、大殿筋および大腿二頭筋長頭の筋出力を効果的に引き出すための一つの方法として、SJ では試技開始時に骨盤を前傾させること、および DJ30 では骨盤を前傾させた状態で接地することが有効である可能性が示された。これらの知見を実践現場に生かすためには、骨盤を前傾させるための言語指示を考案し、その効果を検討する必要がある。

骨盤と脊柱とは仙腰関節をつくって連結していることから、現在までに脊柱の湾曲と骨盤の傾斜が連動する可能性が報告されてきた（Franklin et al.,1995; Yasukouchi and Isayama, 1995; Levine and Whittle, 1996）。なかでも、Levine and Whittle（1996）は、立位状態において、自発的な骨盤の前傾および後傾に伴って、腰椎の湾曲が変化することを報告している。また、Sullivan et al.（1992）は、骨盤を前傾させてハムストリングのストレッチを行わせるために、頸椎、胸椎、腰椎を伸ばすように、また視線を落とさず前を見るように指示している。頸椎、胸椎、腰椎を伸ばすような姿勢とは、一般的に「胸を張り、視線を前方においた構え」として知られており、これらの報告を基にすると、骨盤を前傾させるための指示として胸を張るという指示が有効であることが推測される。しかし、現在までに、「胸を張り視線を前方においた構えをとる」ように指示をすることにより、骨盤を前傾させる

ことが可能であるか否かについては検討されていない。したがって、本研究課題では代表的なジャンプ運動を用い、「胸を張り視線を前方においた構えをとる」という指示の効果を運動開始時の構えの変化に着目して検討する。

ジャンプ運動における動作の習得に関する研究は非常に少ない。窪（2003）は、SLJのパフォーマンスの向上を目的として、膝を徐々に曲げながら体幹を倒すこと、低い姿勢で地面を強く蹴りながら前方へ倒れこむこと、および前上方へ全身を伸ばしきるようなイメージで飛び出すことを技術的な課題として挙げ、動作改善を目的とした練習によって跳躍距離が向上したことを報告している。しかし、窪（2003）は、技術的な課題として運動開始時の構えを挙げておらず、骨盤の前傾にも着目していない。このように、現在までに、「胸を張って視線を前方においた構えをとる」という指示を行い、その効果を検討した研究は行われていない。

そこで、本研究課題では、代表的なジャンプ運動として、SLJ、CMJ および DJ30 を用いて、骨盤を前傾させることを目的とした「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示を行い、その効果を検討することとした。

## 2. 方法

### (1) 被験者

被験者には大学陸上競技部に所属する男性大学生および大学院生 15 名を用いた（年齢：21.67±1.61 歳，身長：1.76±0.06m，身体質量：70.73±5.21kg）。被験者には、実験に先立ち、研究の目的、方法および実験に伴う安全性および危険性を十分に説明し、実験参加に対す

る同意を得た。なお、本研究課題の実験に参加した被験者は、実験運動である SLJ, CMJ および DJ30 を日常のトレーニングにおいて取り入れていた。

## (2) 実験運動

本研究課題では、代表的なジャンプ運動である SLJ, CMJ および DJ30 を行わせた。全てのジャンプ運動は、手を腰に当てた姿勢で行わせ、SLJ および CMJ においてはできるだけ遠く、または高く跳ぶように指示し、DJ30 においては、できるだけ短い接地時間でできるだけ高く跳ぶように指示した。

本研究課題では、何も指示をしないでジャンプ運動を 3~5 回行わせ (Normal posture; NP), その後、運動開始時において骨盤を前傾させることを目的とした指示を行い、再度ジャンプ運動を 3~5 回行わせた (Instructed posture; IP)。そして、NP および IP それぞれの中で最もパフォーマンスの高かった試技を分析対象として用いた。なお、運動開始時に骨盤を前傾させることを目的とした指示とは、「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」というものであった (図 17)。これは Sullivan et al. (1992) の報告を参考にしたものである。

## (3) データ処理

全てのジャンプ運動を被験者の右側方に設置した高速度カメラ (Nac 社製, C<sup>3</sup>) を用い、サンプリングレート 250Hz で撮影した。また、撮影と同時に地面反力をフォースプラットフォーム (Kistler 社製, 9281type) を用いて測定した。本研究課題では、胸骨上縁、第 7 頸椎、上前腸骨棘、上後腸骨棘、大転子、膝関節中心、母子球、外果点、踵、つま先を分

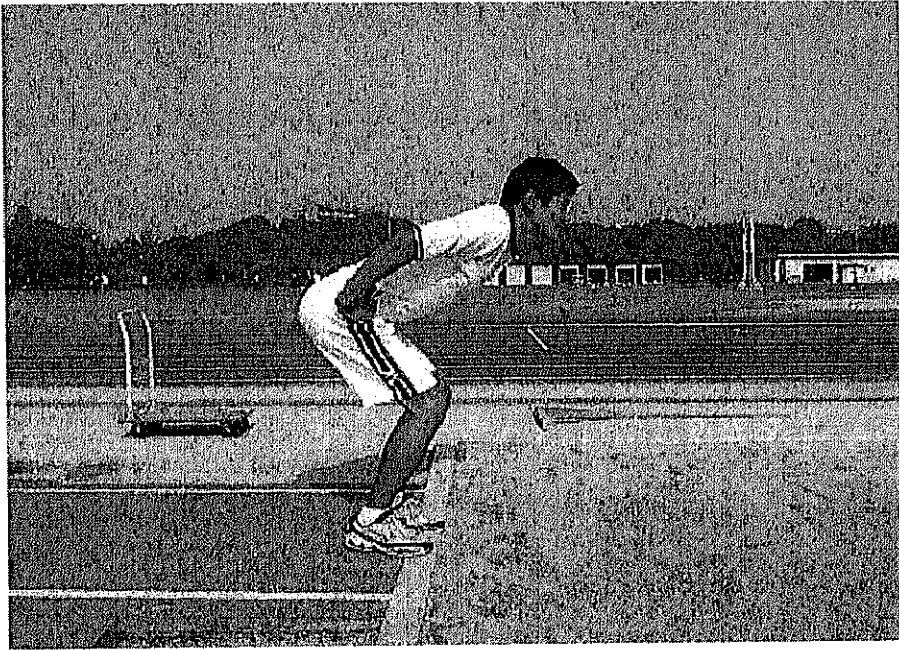


Fig. 17 Instructed posture (expand one's chest and look forward).

析点とした。分析点および校正マークをビデオ動作解析システムを用いて1コマおきにデジタイズし、得られた身体分析点の2次元座標を校正マークを基に実長換算した。実長換算した座標値は、分析点の座標成分ごとに最適遮断周波数を Wells and Winter (1980)の方法に基づいて決定し、Butterworth Low-pass Digital Filter を用いて平滑化した。なお、決定された最適遮断周波数は2.5~7.5Hzの範囲であった。

本研究課題では、脊柱起立筋、大殿筋、大腿直筋および大腿二頭筋長頭からEMGを導出した。なお、EMGの導出方法は、研究課題2-1と同様である。

#### (4) 算出項目および算出方法

##### 1) ジャンプパフォーマンス

CMJおよびDJ30については、地面反力のデータを基にして接地時間および滞空時間を求め、これを基に跳躍高を算出した。また、DJ30については、DJ-indexを算出した。なお、跳躍高およびDJ-indexの算出方法は、研究課題2-1で用いた方法と同様である。SLJについては、着地技術が跳躍距離に及ぼす影響を除くために、離地時の身体重心の鉛直速度および水平速度から合成速度( $V_0$ )および離地角度( $\theta$ )を算出し、これらと離地時のつま先から身体重心までの水平距離( $X_0$ )、身体重心高( $y_0$ )および重力加速度( $g$ )をもとにして、以下の式により身体重心の移動距離( $X_{max}$ )を算出し、これを跳躍距離とした。

$$X_{max} = X_0 + \frac{V_0 \sin \theta \cos \theta + V_0 \cos \theta \sqrt{(V_0 \sin \theta)^2 + 2gy_0}}{g}$$

##### 2) 下肢関節およびセグメント角度

画像解析データをもとにして、踏切局面における股、膝および足関節角度を算出した。なお、股関節の定義として、骨盤-大腿部を用いた。さらに MTC 長の推定のために P-B 股関節角度も算出した。骨盤傾斜角度等の定義については、研究課題 1 と同様である (図 1)。

### 3) 筋放電量

EMG の分析方法は、研究課題 2-1 と同様である。

### 4) MTC 長の推定

本研究課題では、股関節および膝関節の角度を基に、大腿二頭筋長頭については Hawkins and Hull (1990)が作成した推定式を、大殿筋については Nemeth and Ohlsen (1985) が作成した推定式を用いて MTC 長を算出した。なお、算出方法は、研究課題 1 と同様である。本研究課題では、さらに大殿筋および大腿二頭筋長頭における MTC の収縮速度を算出した。

### (5) 分析区間

本研究課題における分析データは、SLJ および CMJ では運動開始によって地面反力が基線の水準を下回った時点、および DJ30 では接地によって地面反力が急激に立ち上がった時点から、離地によって垂直方向の地面反力が基線の水準へ低下した時点までとした。また、身体重心の最下点より以前の局面を伸張局面、それ以後の局面を短縮局面として定義した。なお、伸張局面および短縮局面に要した時間をそれぞれ 50%ずつに規格化した。

## (6) 統計処理

NP と IP におけるジャンプパフォーマンス, 関節角度, MTC 長および EMG の差の検定, および関節角速度および MTC の収縮速度の差の検定には, 対応のある T 検定を用いた. なお, ジャンプパフォーマンス, 関節角度, MTC 長および EMG の差については-50, -25, 0, 25 および 50%時点において検討し, 平均関節角速度および MTC の平均収縮速度の差については, -50%~-25%, -25%~0%, 0%~25%, および 25%~50%の区間において検定した. 有意性は危険率 5%未満で判定した.

## 3. 結果

### (1) SLJ について

図 18 は, SLJ における NP および IP での跳躍距離を示したものである. 跳躍距離は, IP が  $1.40 \pm 0.09$  m および NP が  $1.34 \pm 0.08$  m であり, IP が NP と比較して有意に高い値を示した.

図 19 は, SLJ における NP および IP での膝関節および骨盤-大腿部の角度変化を示したものである. 膝関節および骨盤-大腿部角度ともに, 運動開始時 (-50%時点) において指示前後で有意な差は認められなかった. しかし, 骨盤 - 大腿部角度は, 0%および 25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した.

図 20 は, SLJ における NP および IP での骨盤および大腿部の角度変化を示したものである. 骨盤は, 運動開始時 (-50%時点) において IP が NP と比較して有意に高い値を示し, 25%時点においても IP が NP と比較して有意に高い値を示した. また, 骨盤傾斜角度のピ

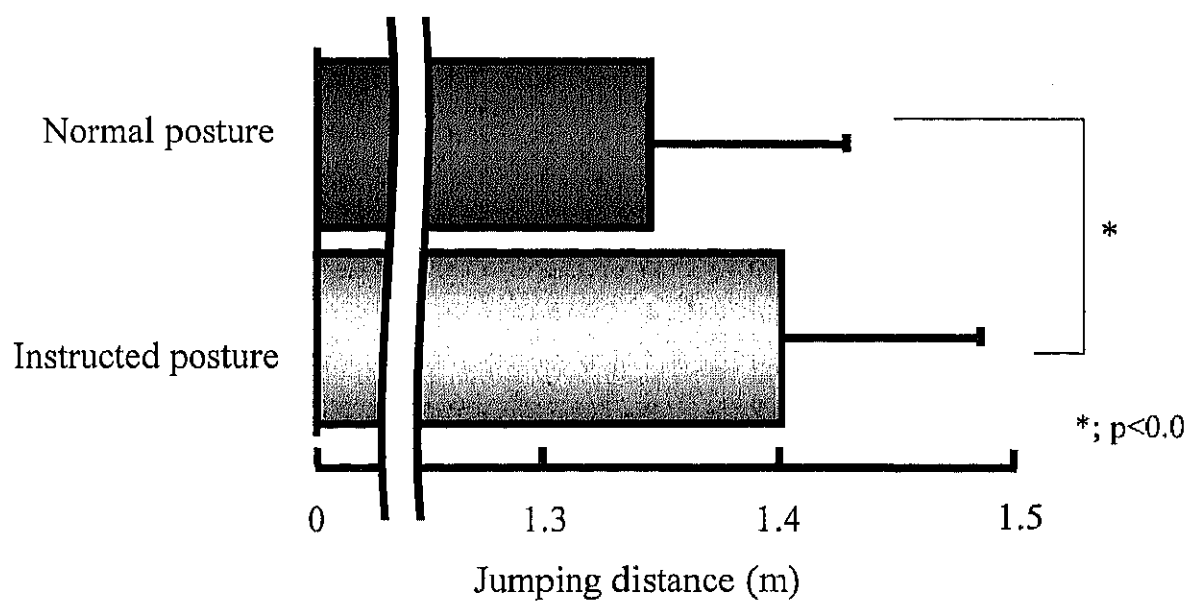


Fig. 18 Comparison of jumping distance in the SLJ between normal and instructed postures.



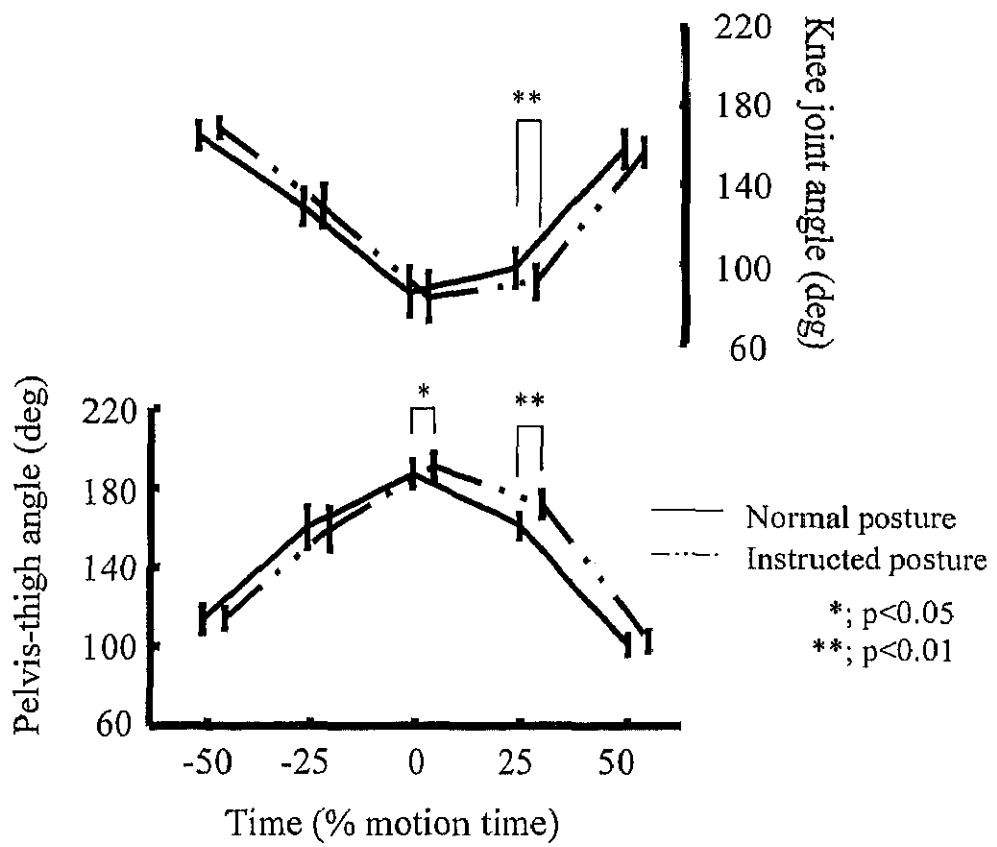


Fig. 19 Comparison of joint angles of the lower extremity during the SLJ between normal and instructed postures.

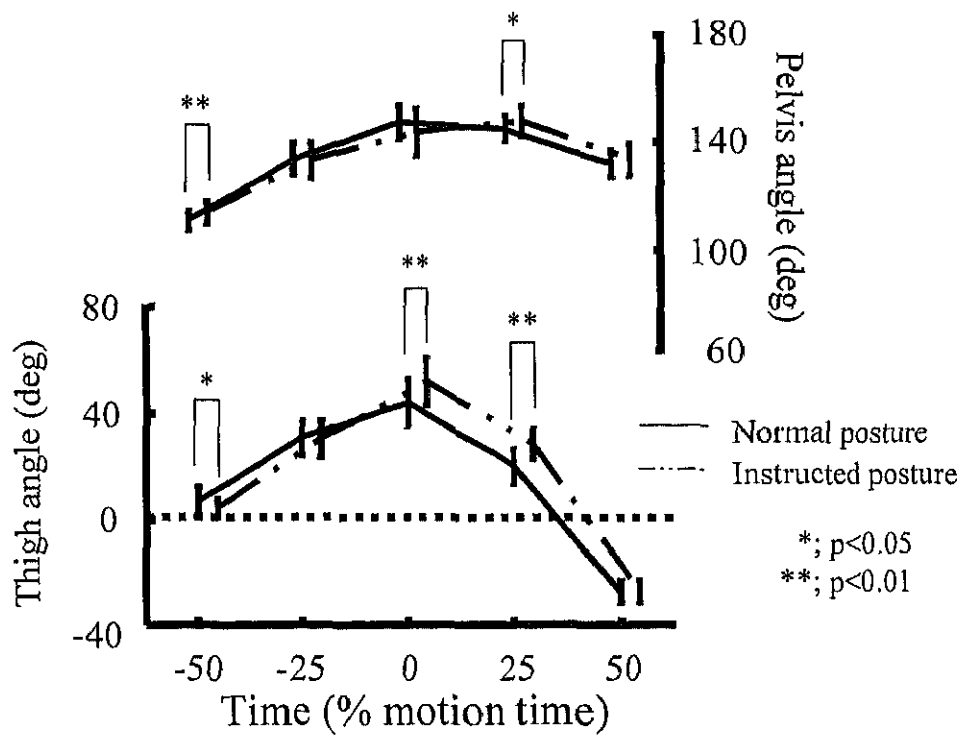


Fig. 20 Comparison of segment angles during the SLJ between normal and instructed postures.

ーク値は、NP では 0%時点において出現したのに対して、IP では 25%時点において出現していた。大腿部角度は、運動開始時 (-50%時点) において IP が NP と比較して有意に低い値を示し、0 および 25%時点においては IP が NP と比較して有意に高い値を示した。

図 21 は、SLJ における NP および IP での大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC 長の変化を示したものである。大殿筋の MTC 長は、0%および 25%時点においては IP が NP と比較して有意に高い値を示した。また、大腿二頭筋長頭の MTC 長は、0%および 25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した。

図 22 は SLJ における NP および IP での大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC の収縮速度を示したものである。なお、MTC の収縮速度は、MTC 長の検定を行ったある時点から次の時点まで(例えば-50%~-25%)の平均速度とした。大殿筋の MTC の収縮速度は、-25%~0%区間および 25%~50%区間において IP が NP と比較して、0%~25%において NP が IP と比較して有意に高い値を示した。また、大腿二頭筋長頭の MTC の収縮速度は、-25%~0%区間において NP が IP と比較して、0%~25%区間および 25%~50%区間において IP が NP と比較して有意に高い値を示した。

図 23 は、SLJ における NP および IP での膝関節および骨盤-大腿部の平均関節角速度を示したものである。膝関節角速度は、0~25%の区間においては NP が IP と比較して有意に高い値(伸展角速度が高い)を示した。また、骨盤-大腿部角速度は、-25%~0%区間においては IP が NP と比較して有意に低い値(股関節の屈曲角速度が高い)を示し、25%~50%区間においては NP が IP と比較して高い値(股関節の伸展角速度が高い)を示し、さらに、0%~25%区間においては IP が NP と比較して有意に高い値(股関節の伸展角速度が高い)

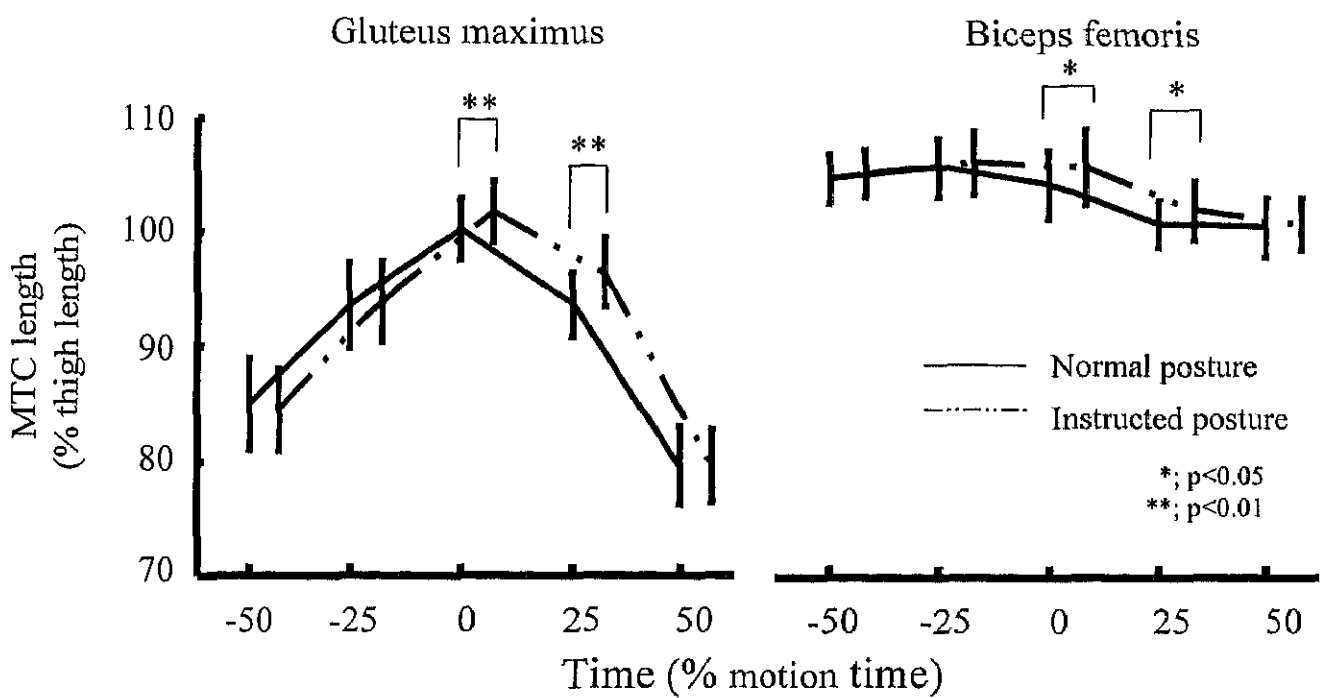


Fig. 21 Comparison of muscle tendon complex (MTC) length of gluteus maximus and biceps femoris long head during the SLJ between normal and instructed postures.

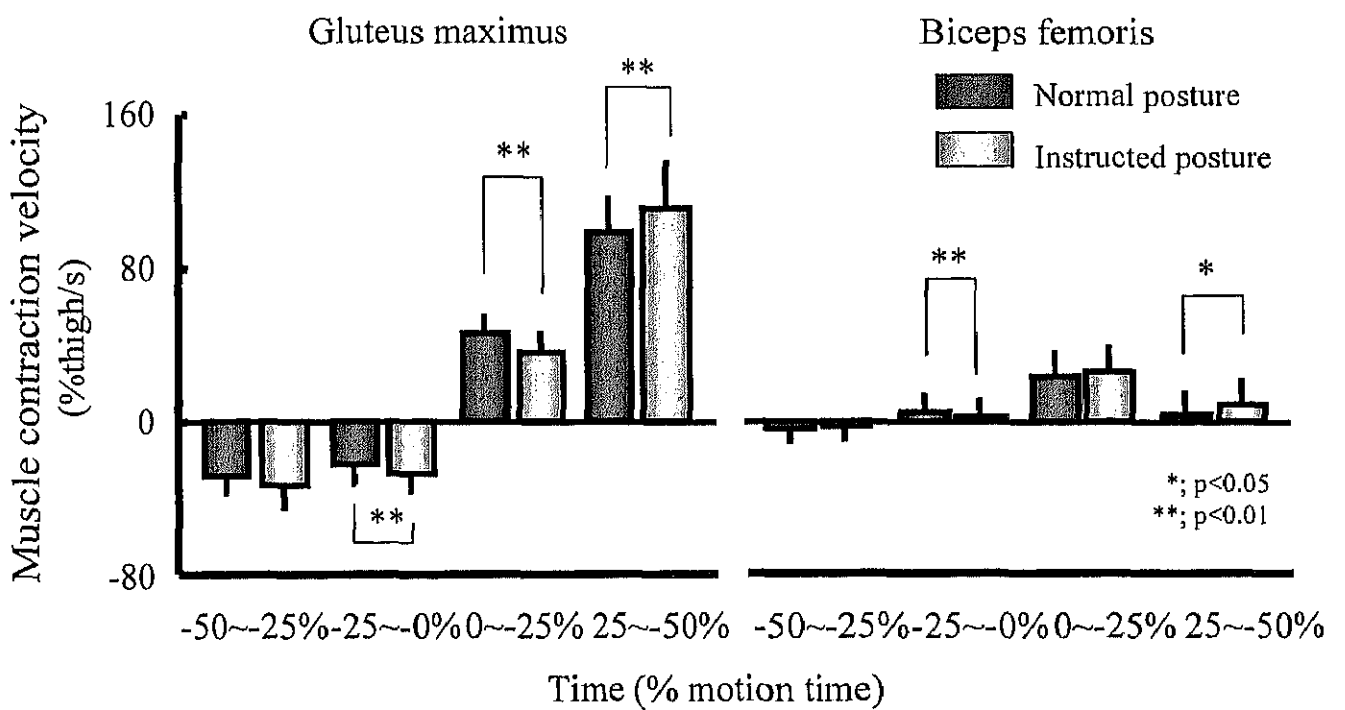


Fig. 22 Comparisons of muscle contraction velocity of gluteus maximums and biceps femoris long head during the SLJ between normal and instructed postures.

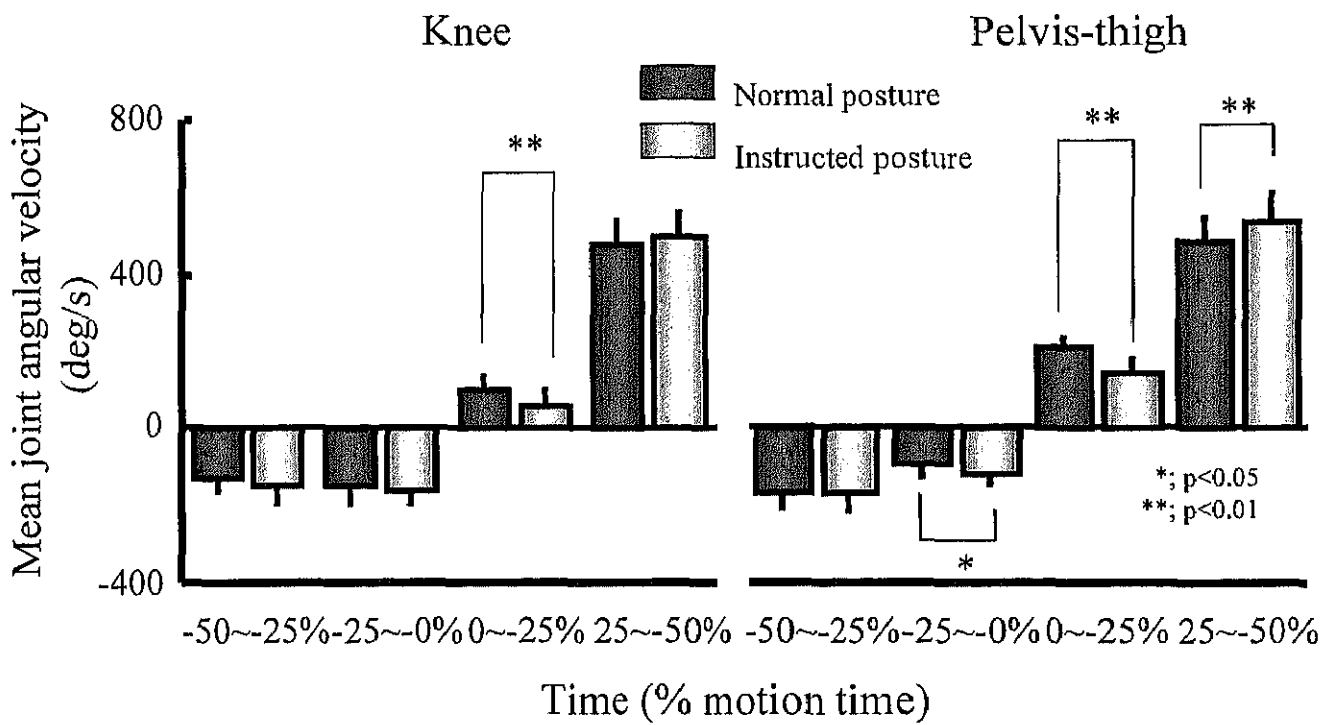


Fig. 23 Comparisons of mean joint angular velocity of the knee joint and pelvis-thigh during the SLJ between normal and instructed postures.

を示した。

図 24 は、SLJ における NP および IP での脊柱起立筋、大殿筋、大腿直筋および大腿二頭筋長頭における mEMG を示したものである。大殿筋および大腿二頭筋長頭の mEMG は、0%時点において NP が IP と比較して有意に高い値を示した。

## (2) CMJ について

図 25 は、CMJ における NP および IP での跳躍高を示したものである。跳躍高は NP では  $0.48 \pm 0.06\text{m}$  および IP では  $0.47 \pm 0.06\text{m}$  であり、指示前後で有意な差は認められなかった。

図 26 は、CMJ における NP および IP での膝関節および骨盤-大腿部の角度変化を示したものである。運動開始時における膝関節および骨盤-大腿部角度は、指示前後で有意な差は認められなかった。しかし、膝関節は 25%時点において IP が NP と比較して有意に低い値を示し、骨盤-大腿部角度は、-25%、0%および 25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した。

図 27 は、CMJ における NP および IP での骨盤および大腿部の角度変化を示したものである。運動開始時の骨盤傾斜角度は、-25%時点においては IP が NP と比較して有意に高い値を示した。また、運動開始時の大腿部角度は、0%および 25%時点においては IP が NP と比較して有意に高い値を示した。

図 28 は、CMJ における NP および IP での大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC 長の変化を示したものである。大殿筋の MTC 長は、-25%、0%および 25%時点においては IP が NP と比較して有意に高い値を示した。しかし、大腿二頭筋長頭の MTC 長は、全ての時点

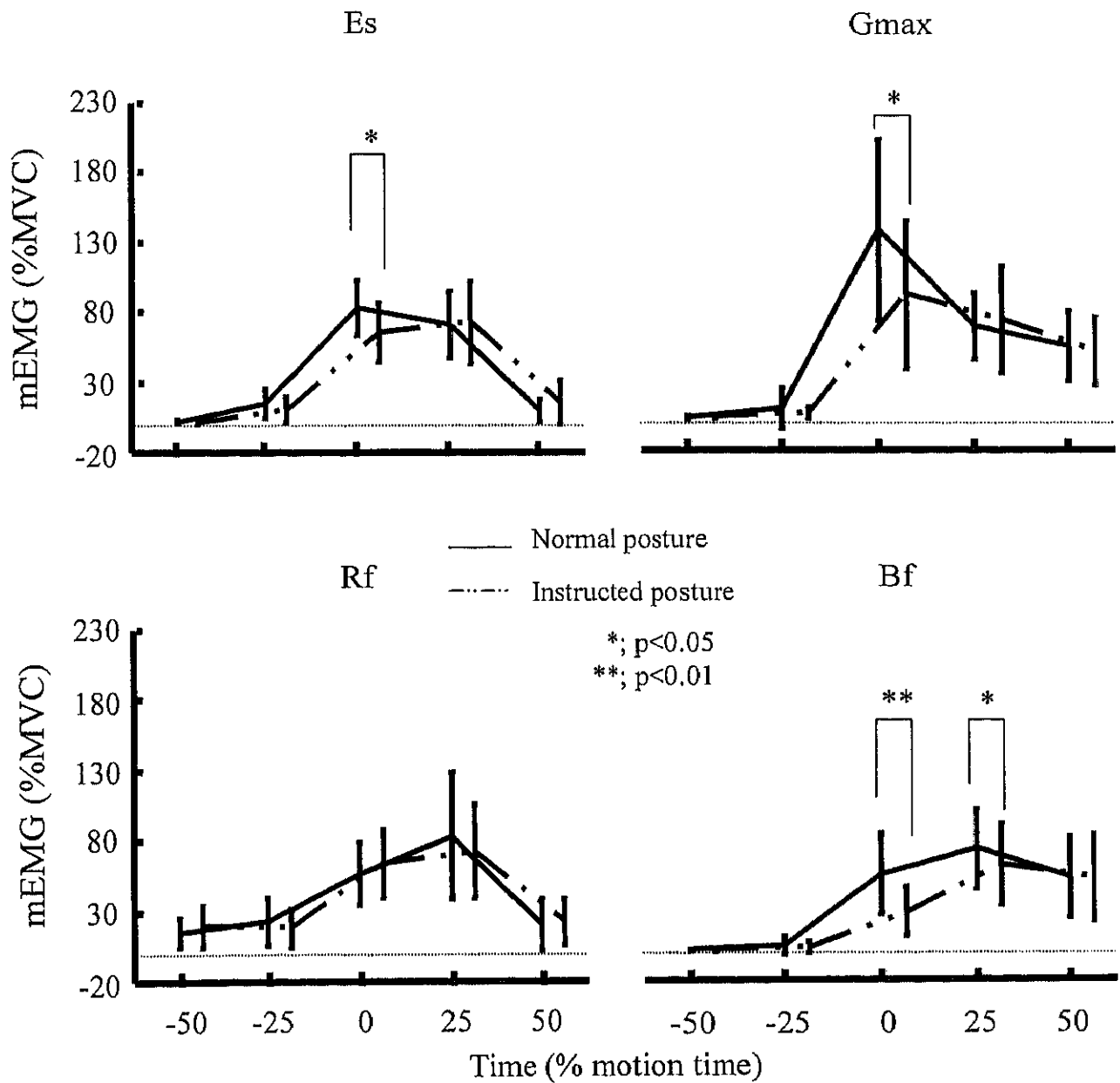


Fig. 24 Comparison of mEMG of ES, Gmax, RF and BF during the SLJ between normal and instructed postures. ES, Gmax, RF and BF are erector spinae, gluteus maximus, rectus femoris and biceps femoris, respectively.



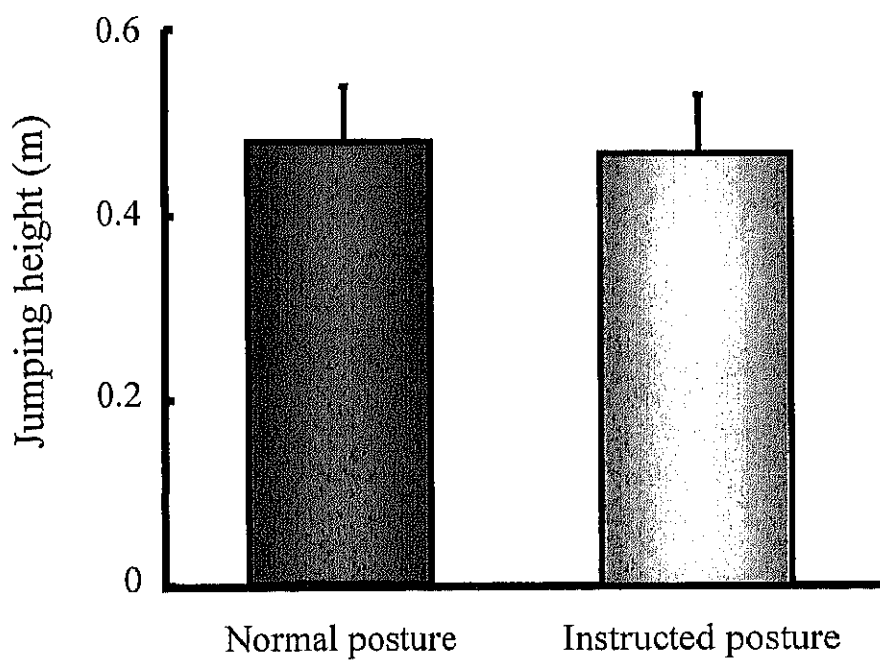


Fig. 25 Comparison of jumping height in the CMJ between normal and instructed postures.

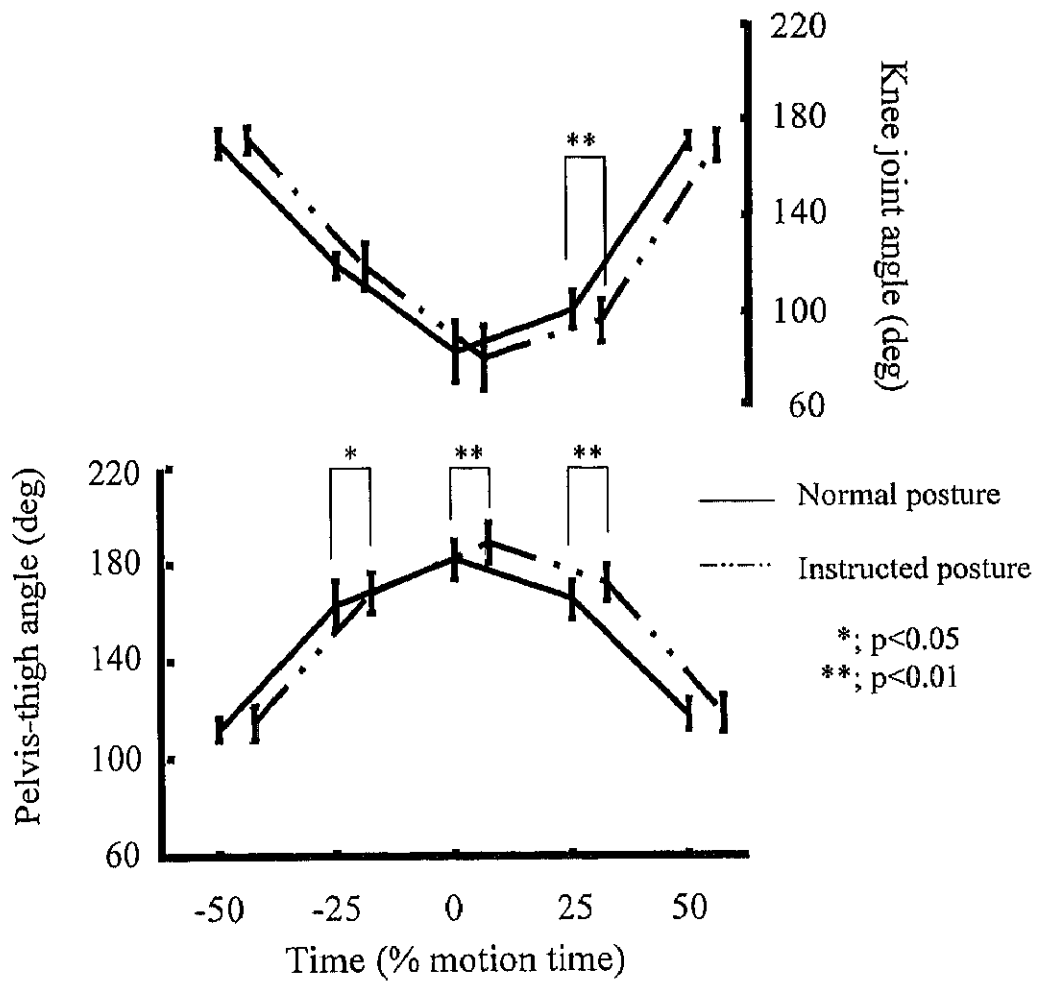


Fig. 26 Comparison of joint angles during the CMJ between normal and instructed postures.

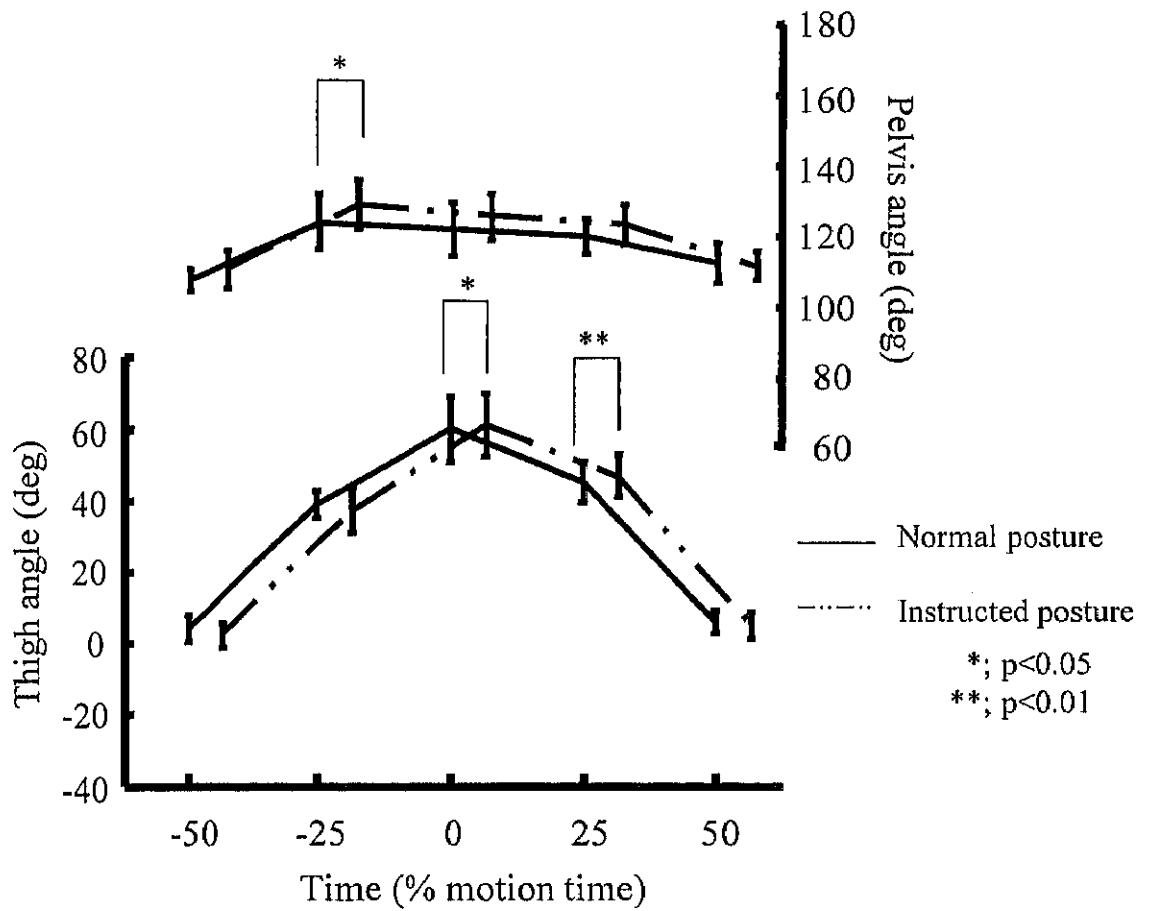


Fig. 27 Comparison of segment angles during the CMJ between normal and instructed postures.

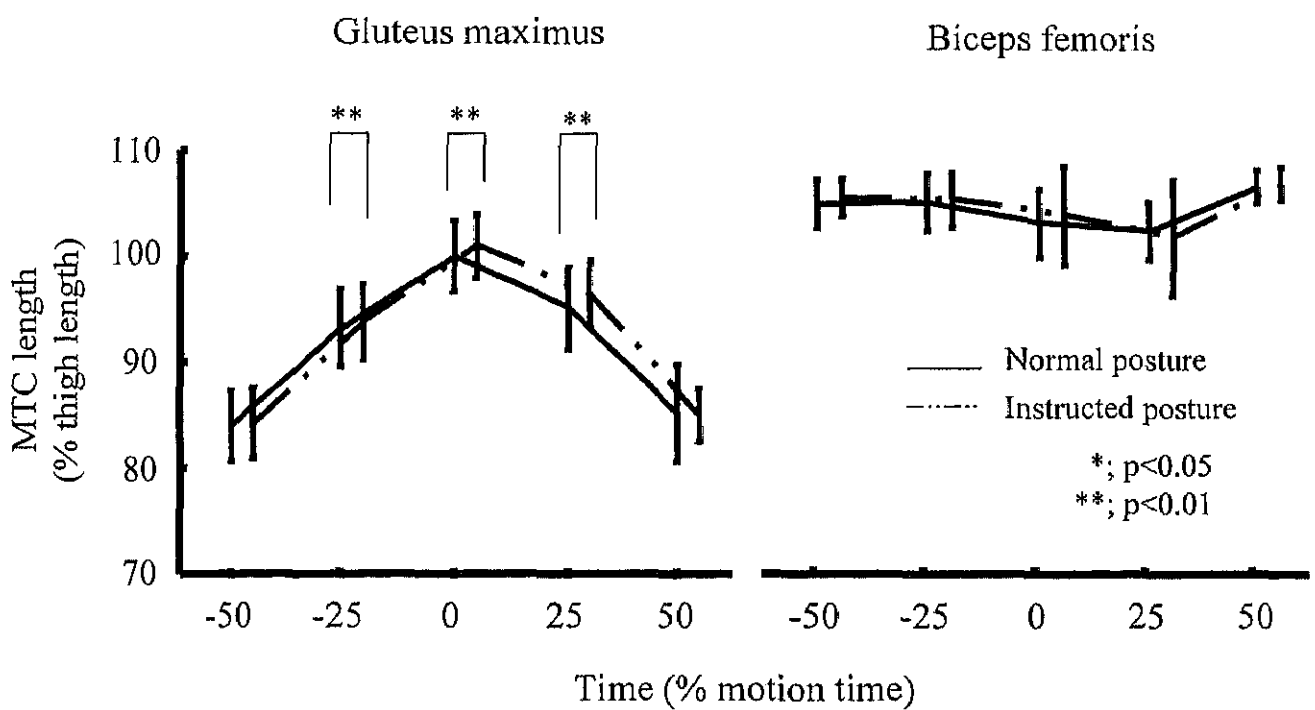


Fig. 28 Comparison of the muscle tendon complex(MTC) length of gluteus maximus and biceps femoris long head during the CMJ between normal and instructed postures.

において指示前後で有意な差は認められなかった。

図 29 は、CMJ における NP および IP での大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC の収縮速度の変化を示したものである。大殿筋の MTC の伸張速度は、-25%~0%区間においては IP が NP と比較して有意に高値を示し、大腿二頭筋長頭の MTC の短縮速度は、0%~25%区間においては IP が NP と比較して有意に高値を示した。

図 30 は、CMJ における NP および IP での膝関節および骨盤-大腿部の 25%毎の区間における平均関節角速度を示したものである。膝関節角速度は、0~25%区間においては NP が IP と比較して有意に高い値を示した（伸展速度が高い）。しかし、骨盤-大腿部角速度は全ての区間において指示前後で有意な差は認められなかった。

図 31 は、CMJ における NP および IP での脊柱起立筋、大殿筋、大腿直筋および大腿二頭筋長頭における mEMG を示したものである。大殿筋および大腿直筋の mEMG は、0%時点において NP が IP と比較して有意に高い値を示した。

### (3) DJ30 について

図 32 は、DJ30 における IP および NP での DJ-index を示したものである。DJ30 における DJ-index は、IP では  $2.32 \pm 0.46$  m/s および NP では  $2.31 \pm 0.51$  m/s であり、指示前後で有意な差は認められなかった。

図 33 および 34 は、それぞれ DJ30 における NP および IP での膝関節および骨盤-大腿部の角度変化、骨盤および大腿部の角度変化を示したものである。これら全ての項目は、全ての時点において、指示前後で有意な差は認められなかった。

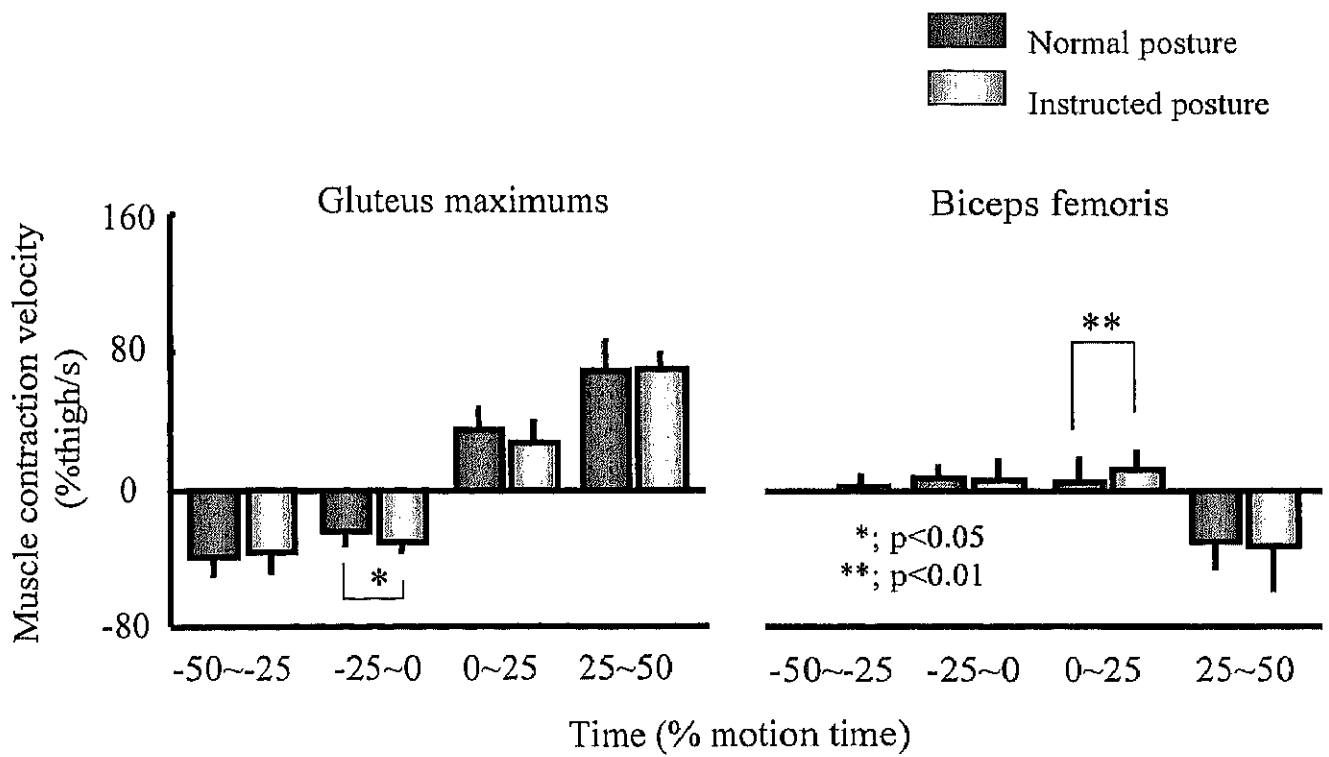


Fig. 29 Comparison of muscle contraction velocity of gluteus maximus and biceps femoris long head during the CMJ between normal and instructed postures.

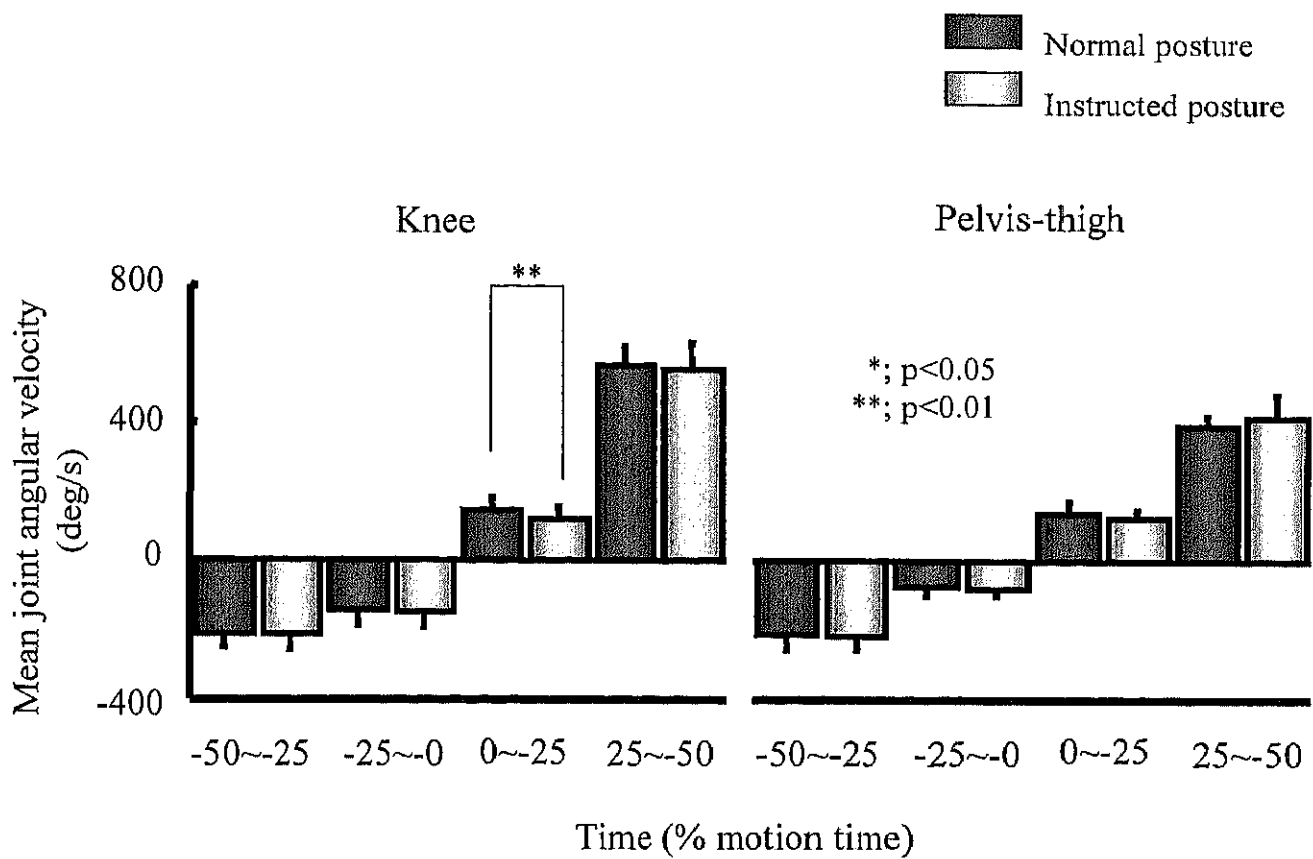


Fig. 30 Comparison of mean joint angular velocity of the knee joint and pelvis-thigh during the CMJ between normal and instructed postures.

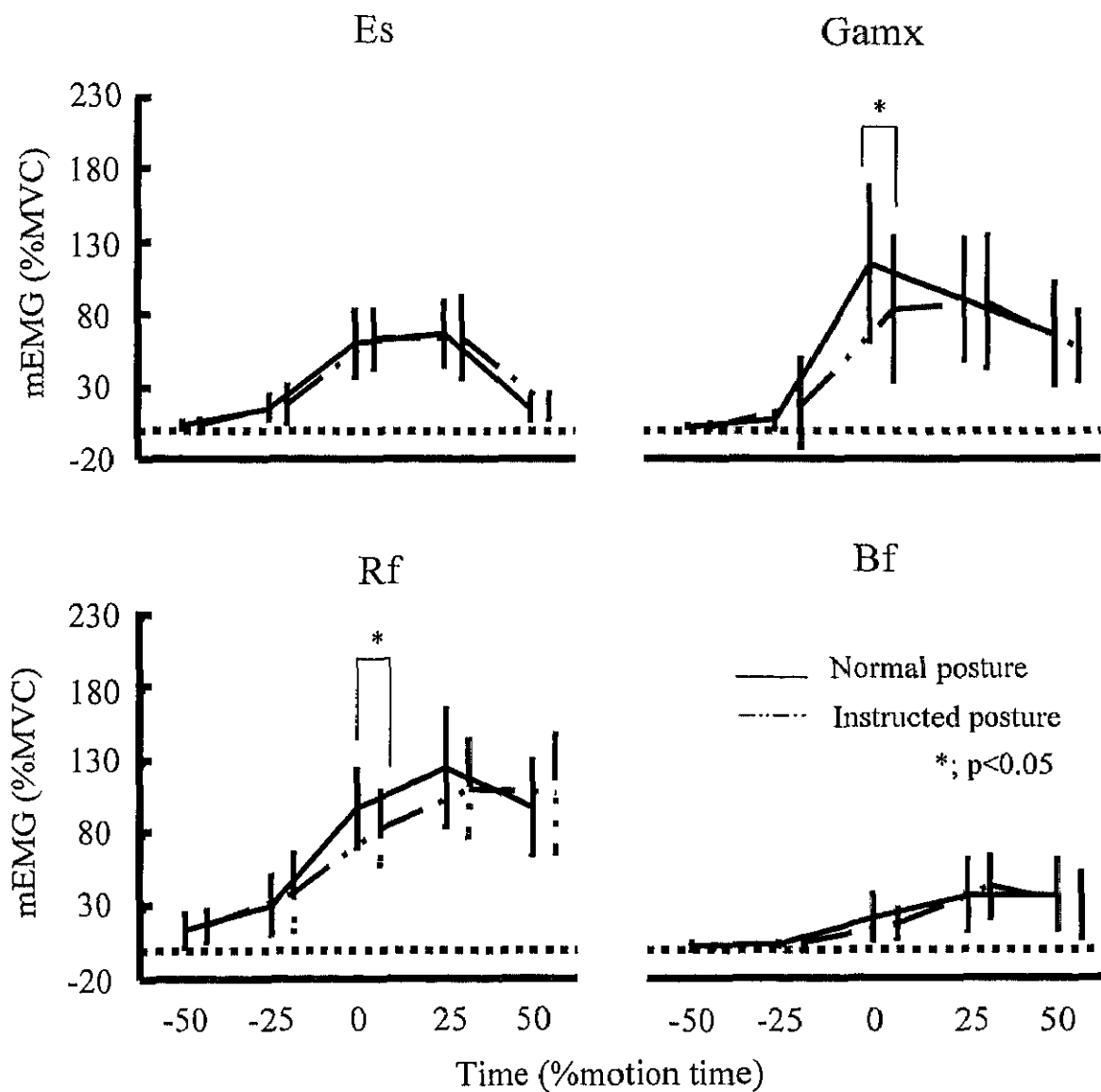


Fig. 31 Comparison of mEMG of ES, Gmax, RF and BF during the CMJ between normal and instructed postures. ES, Gmax, RF and BF are erector spinae, gluteus maximus, rectus femoris and biceps femoris, respectively.



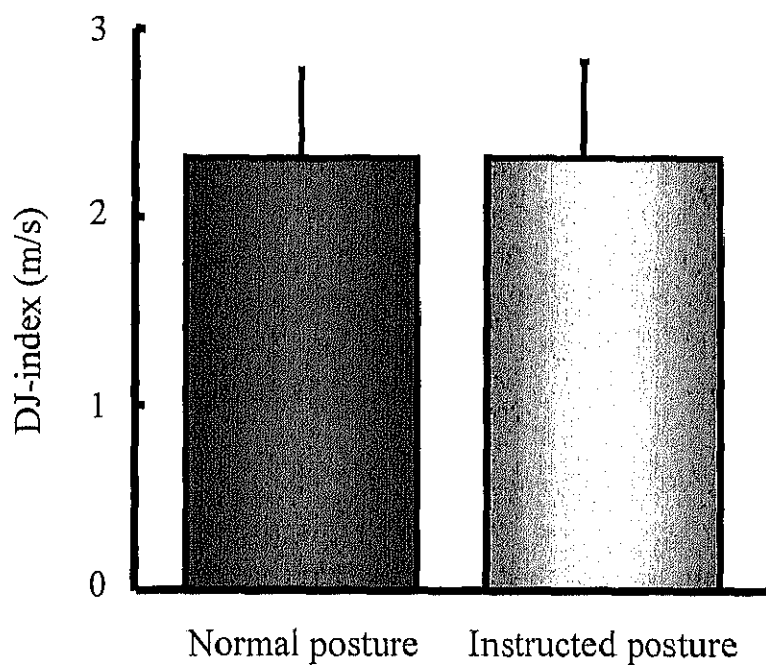


Fig. 32 Comparison of DJ-index in the DJ30 between normal and instructed postures.

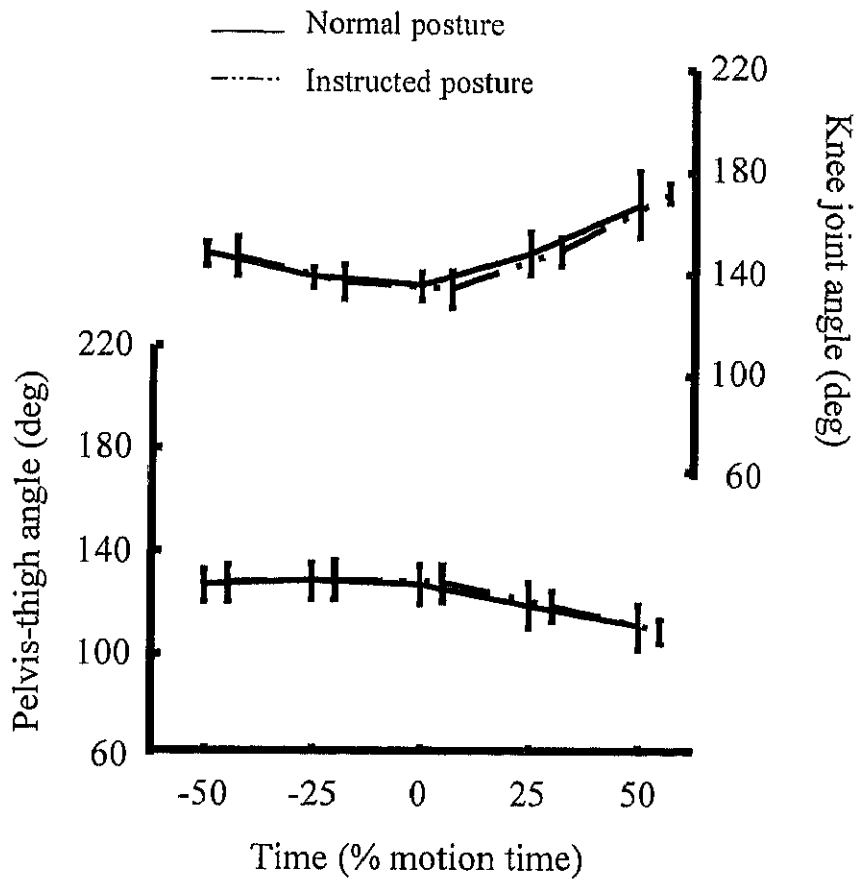


Fig. 33 Comparison of joint angles of the lower extremity during the DJ30 between normal and instructed postures.

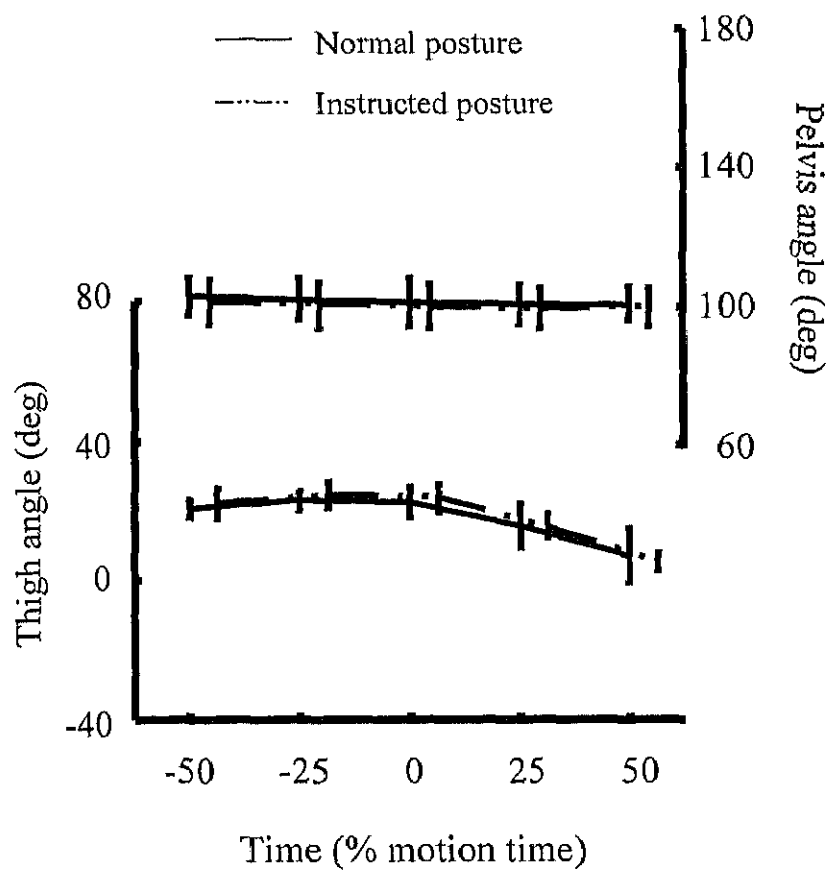


Fig. 34 Comparison of segment angles during the DJ30 between normal and instructed postures.

#### 4. 考察

本研究課題では、骨盤を前傾させるために、「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示を考案し、ジャンプ運動開始時の立位状態においてこの構えを確認させ、伸張局面において保持するように指示した。したがって、まず、この指示が骨盤を前傾させるための指示として適切であったか否かについて検討する必要がある。その結果、骨盤傾斜角度は、SLJ では運動開始時において、CMJ では短縮局面前半 (-25%時点) において、IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図 20 および 27)。これは、SLJ および CMJ において、「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示によって、運動開始時において骨盤を前傾させることが可能であることを示している。また、直接的に骨盤を前傾させることを目的とした指示ではなく、本研究課題において考案した脊柱の湾曲の変化によって間接的に骨盤を前傾させることを目的とした指示によって、骨盤を前傾させることが可能であることが示されたことは意義深い。しかし、DJ30 における運動開始時の骨盤傾斜角度は、IP と NP との間に有意な差は認められなかった (図 34)。DJ30 では、台から飛び降りる時の構えに関して指示を行ったが、分析区間は、接地から離地までとしたために、SLJ や CMJ とは異なり、飛び降りてから接地するまでの間に、指示された構えから個人に固有の構えに戻ってしまったことが考えられる。

ジャンプパフォーマンスについては、SLJ では、運動開始時の骨盤の前傾によって跳躍距離が有意に向上したが、CMJ では、運動開始時の骨盤の前傾によって跳躍高の有意な向上は認められなかった。そのために、SLJ については、骨盤の前傾を目的とした指示によって運動開始時の骨盤が前傾し、それにより跳躍距離の向上した理由について、CMJ につ

いては、指示によって運動開始時の骨盤が前傾したにも関わらず、跳躍高が向上しなかった理由について考察することとする。なお、DJ30 については、DJ30 における運動開始時の骨盤傾斜角度は、指示前後で有意な差は認められなかったために、考察は省略することとする。

#### (1) SLJ について

SLJ における運動開始時の骨盤傾斜角度は、IP が NP と比較して有意に高い値を示し、25%時点においても IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図 20)。このことから、指示が運動開始時の構えに関してであったにもかかわらず、その影響が短縮局面の前半まで現れていることが示された。これは、SLJ では、運動開始時の構えに関する指示によって、運動中の骨盤傾斜角度を変化させることも可能であったことを示すものでもある。また、大腿部角度は 0%および 25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図 20)。さらに、両者の角度の和である骨盤-大腿部角度も 0%および 25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図 19)。したがって、骨盤に起始をもつ大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC 長は、25%時点において IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図 21)。これらの結果は、運動開始時の構えに関する「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示により、短縮局面の前半まで骨盤が前傾しつづけたこと、およびこれにより大殿筋および大腿二頭筋長頭が引き伸ばされ、受動的な張力を得ていたことを示している。また、大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC の収縮速度はいずれも離地直前 (25%~50%区間) において、IP が NP と比較して有意に高い値を示した (図

22). このことは、この区間（離地直前）において、IP は NP と比較して大殿筋および大腿二頭筋長頭が高い収縮速度で収縮していたことを示しており、これにより、骨盤－大腿部の屈曲角速度は 25%~50%区間において IP が NP と比較して有意に高い値を示した（図 23）ものと考えられる。SSC 運動では、伸張局面において一旦筋を引き伸ばすことによって、短縮局面において効率的に大きな力を発揮することが可能になる（Melvill Jones and Watt, 1971; Asumussen and Bonde-Pertersen, 1974; Van Ingen Schenau, 1984）。したがって、本研究課題においても、骨盤の前傾により大殿筋および大腿二頭筋長頭が受動的な張力を得たことが、SSC 運動の効果によって、離地直前的大殿筋および大腿二頭筋長頭における高い収縮速度の獲得、および骨盤－大腿部の高い角速度の獲得につながり、その結果として跳躍距離が向上したものと推察される。

さらに本研究課題では、脊柱起立筋、大殿筋、大腿二頭筋長頭および大腿直筋における mEMG についても検討した（図 24）。その結果、脊柱起立筋および大殿筋の mEMG は 0% 時点において、大腿二頭筋長頭の筋活動量は 0%および 25%時点において NP が IP と比較して有意に高い値を示した。つまり、IP は、指示によって大殿筋および大腿二頭筋長頭の MTC が引き伸ばされたにも関わらず筋活動量が低く、これとは逆に、NP は、指示をせず大殿筋および大腿二頭筋の MTC が引き伸ばされていないにも関わらず筋活動量が高かったことが示された。これは、大殿筋および大腿二頭筋長頭は、能動的に張力を発揮することによって骨盤を後傾させる働きをもっていること（Graves et al., 1994）から、IP においては骨盤を前傾させるために、大殿筋および大腿二頭筋長頭が高い筋活動を示さなかったためであると考えられる。

また、NPにおいてはIPと同等の筋張力を得るために、IPと比較して高い筋活動量が必要とされたことも推測される。つまり、関節角度を変位させるために筋が張力を発揮することが必要とされるが、IPでは骨盤が前傾しMTC長が長くなることによって必要な受動的な張力を得ていたのに対して、NPでは筋が自ら活動することによって必要な張力を得ていた可能性が考えられる。これは、Kawakami et al. (2002)が、反動動作を伴う足関節底屈運動を行わせた場合、伸張局面において筋が受動的な張力を得ることによって、筋活動量が低下したことを報告していることから裏付けられる。

さらに、本研究課題においては、運動開始時の構えに関する指示を行うことによって、緊張の汎化や運動抑制現象（村木ほか、1996）が認められる可能性が懸念された。このような現象の発生を示す指標として筋活動量が挙げられるが、全ての筋の筋活動量はIPがNPと比較して低い値を示した。したがって、本研究課題において用いた運動開始時の構えに関する指示は、上述のような緊張の汎化や運動抑制現象を引き起こすことなく、構えを変化させる適切な指示であったといえよう。これらのことから、SLJにおける結果を総合的に考慮すると、IPでの跳躍はNPでの跳躍と比較して、少ない筋活動量で高いMTCの収縮速度および関節角速度を得て、高いパフォーマンスを発揮したことから、運動が効率的に行われていたと解釈することが可能であろう。

## (2) CMJについて

CMJにおける運動開始時（-25%時点）の骨盤傾斜角度は、IPがNPと比較して有意に高い値を示した。しかし、これ以降の時点において指示前後で有意な差は認められなかった。

これは、CMJにおいては、運動開始時の骨盤の前傾を目的とした指示によって、運動開始時の骨盤を前傾させることは可能であったが、運動中の骨盤傾斜角度を変化させることは困難であったことを示している。しかし、この指示によって大腿部の屈曲角度が0および25%時点において大きくなり、また骨盤傾斜角度と大腿部角度との和である骨盤-大腿部角度も-25%、0%および25%において大きかった。したがって、大殿筋のMTC長は、-25%、0%および25%時点においてIPがNPと比較して有意に高い値を示した。これらの結果は、CMJにおいては、「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示により運動開始時に骨盤を前傾させることが可能であったが、CMJではSLJとは異なり、運動中の骨盤傾斜角度を変化させることが困難であったことを示している。結果として、CMJでは運動開始時の骨盤を前傾させることを目的とした指示の効果が、大腿部の角度に現れたために、骨盤-大腿部角度はIPにおいてNPと比較して有意に高い値を示した。これにより大殿筋のMTC長は、IPでNPと比較して有意に高い値を示し、大殿筋が引き伸ばされ、受動的な張力を得ていたことを示された。

しかし、CMJにおいて、IPでは大殿筋がより高い受動的な張力を得ていたにも関わらず、短縮局面における大殿筋のMTCの収縮速度および骨盤-大腿部の屈曲角速度にIPとNPとの間で有意な差が認められなかった。これは、IPにおいて得られたNPと比較して高い大殿筋の受動的な張力が、骨盤の前傾によって得られたものではなく、大腿部の屈曲位への移行によって得られたものであるためであると考えられる。大殿筋は、起始を骨盤に停止を大腿部にもつことから、大殿筋の受動的な張力が起始部である骨盤の前傾によって得られれば、その張力が大腿部を屈曲させる、つまり運動を下肢の遠位へと伝達させること



につながることを考えられる。しかし、大殿筋の受動的な張力が停止部である大腿部の屈曲位への移行によって得られると、その張力が骨盤を後傾させる働きをすることになり、運動が下肢の遠位へと伝達されないことが考えられる。このことから、CMJ では、IP が NP と比較して高い大殿筋の受動的な張力を得ていたにも関わらず、その張力が大殿筋の MTC 収縮速度の向上および骨盤－大腿部の屈曲角速度の増加に対し、有効に作用しなかったものと考えられる。また、CMJ における全ての筋の筋活動量は、IP が NP と比較して低い値を示した。この結果は、SLJ と同様である。したがって、CMJ においても、運動開始時の指示による緊張の汎化や運動抑制現象が認められなかったことが示された。

以上のことをまとめると、SLJ では運動開始時に骨盤を前傾させることを目的とした「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示によって、運動開始時の骨盤が前傾したことが示された。また、この指示によって短縮局面の前半まで骨盤が前傾しつづけ、これにより大殿筋および大腿二頭筋長頭が受動的な張力を得たことが示された。そして、受動的な張力を得たことが、SSC 運動の効果によって、離地直前の骨盤－大腿部における高い伸展角速度の獲得につながり、結果的に跳躍距離が向上したものと推察される。しかし、CMJ では、指示により運動開始時に骨盤を前傾させることは可能であったが、運動中の骨盤傾斜角度まで変化させることは困難であった可能性が示された。また、DJ30 では、台から飛び降りる時の構えに関して指示を行ったために、この飛び降りてから接地するまでの間に、指示した構えから個人に固有の構えに戻ってしまった可能性が示された。このことは、運動開始時の構えを変化させることは可能であっても、この変化を運動中にまで持続させることが困難であることを示している。したがって、今後、運動開始時の構えの

変化を運動中にまで持続させることを目的とした長期的なトレーニングの効果についても検討する必要がある。

## 5. 要約

本研究課題の目的は、ジャンプ運動において、運動開始時に骨盤を前傾させることを目的とした「胸を張って、視線を前方においた構えをとる」という指示を行い、その効果を検討することであった。被験者には大学陸上競技部に所属する男性大学生および大学院生 15 名（年齢：21.67±1.61 歳，身長：1.76±0.06m，身体質量：70.73±5.21kg）を用い、SLJ、CMJ および DJ30 を行わせた。本研究課題では、指示を行う前の個人固有の跳躍（Normal posture; NP）と、指示を行った後の跳躍（instructed posture; IP）との間で測定項目を比較検討した。なお、ジャンプ運動に要した時間を 100%に規格化し、運動開始時を-50%、身体重心の最下点を 0%および、離地時を 50%とした。

主な結果は以下の通りである。

- ① SLJ における跳躍距離は、IP が 1.40±0.09 m および NP が 1.34±0.08 m であり、IP が NP と比較して有意に高い値を示した。
- ② SLJ における運動開始時の骨盤傾斜角度は、IP が NP と比較して有意に高い値を示し、短縮局面の前半まで骨盤が前傾し続ける傾向が認められた。
- ③ CMJ における跳躍高は、NP では 0.48±0.06m および IP では 0.47±0.06m であり、指示前後で有意な差は認められなかった。
- ④ CMJ における運動開始時（-25%時点）の骨盤傾斜角度は、IP が NP と比較して有意に

高い値を示した。しかし、これ以降の時点において IP と NP との間に有意な差は認められなかった。

⑤ DJ30 における DJ-index は, IP では  $2.32 \pm 0.46$  m/s および NP では  $2.31 \pm 0.51$  m/s であり, 指示前後で有意な差は認められなかった。

⑥ DJ30 における運動開始時の骨盤傾斜角度は, 指示前後で有意な差は認められなかった。

以上の結果から, SLJ においては, 運動開始時に骨盤を前傾させることを目的とした指示として, 「胸を張って, 視線を前方においた構えをとる」という指示が有効であることが示唆された。そして, その指示によって運動中にも骨盤が前傾し, これによって跳躍距離が改善する可能性が示唆された。また, この指示は, 運動開始時に骨盤を前傾させることを目的とした指示として CMJ においても有効であったが, CMJ では運動開始時の構えに関する指示によって運動中の骨盤を前傾させることは困難であることが示唆された。さらに, DJ30 では, 台から飛び降りてから接地するまでに, 個人に固有の構えに戻ってしまう可能性が示唆された。これらのことは, 運動開始時の構えを変化させることは可能であっても, この変化を運動中にまで持続させることが困難であることを示している。