

立位体前屈と大腿屈曲筋群の筋硬度の関係

Relationship between "Standing trunk flexion" and the elasticity of the femoral posterior skin surface

須藤明治*, 角田直也**

Akiharu SUDO *, and Naoya TSUNODA**

ABSTRACT

This study intended to clarify the correlation between muscular stiffness and body flexibility. The body flexibility was assessed with the joint range of motion. The joint range of motion depends on the various components of the joint, including bones, articular capsule, ligaments, muscles, lipids, and tendons. Thus, the assessment of body flexibility presumably is closely related to muscular stiffness. However, muscular stiffness has not yet been evaluated in body flexibility tests. In this study muscular stiffness was measured with a body flexibility test to examine the correlation between these parameters at rest. Moreover, the thickness of muscle and fat tissues was measured to examine the influence of muscle stiffness on the measurements.

Standing and sitting height was statistically significantly higher among male than female students, although no significant differences were noted in specific sitting height (sitting height/standing height) ($p < 0.01$). "Trunk extension" and "Standing trunk flexion (forward bending)" served as the main indices of flexibility, but did not differ significantly between male and female students. The stiffness of the posterior femoral muscle in the standing position and upon bending forward was statistically significantly higher in male than in female students ($p < 0.01$ for both positions). Subtraction of the muscular stiffness in a standing position from that in a bending-forward position showed statistically significantly higher values in male than in female students ($p < 0.01$). Muscle thickness in standing position was in male students statistically significantly greater than that of female students ($p < 0.01$). Fat thickness in female students was statistically significantly greater than in male patients ($p < 0.01$). The measurements of bending-forward in a standing position did not significantly correlate with any of the other measurements. The muscle stiffness in a standing position showed a statistically significant positive correlation with that in a forward bent position ($r = 0.414$, $p < 0.01$). The muscle stiffness in a forward bent position showed a statistically significant positive correlation with other parameters by subtracting the muscle stiffness in a standing position from that in a forward bent position. Moreover, subtraction of the muscle stiffness in a standing

* 国士舘大学体育学部水泳・水中運動科学研究室

(Lab. of Sciences in Swimming and Water exercise, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部身体運動学教室

(Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

position from that in a forward bent position showed a statistically significantly negative correlation with the ratio of fat thickness to muscle thickness ($r=0.430, p<0.01$).

These results indicate that muscle stiffness in a standing position may be related to fat thickness and that forward bending in a standing position, an index of flexibility, may not be influenced by muscle or fat thickness, or else muscular stiffness.

Key words; Muscle stiffness, flexibility, muscle thickness, fat thickness

はじめに

同じ姿勢を長く続けることは、同じ筋群を長く使うことになり、局所的な筋疲労を生じる。

岡田ら¹⁾は、高齢者の筋疲労は筋の粘性と、筋力及び筋パワーは筋の弾性と各々関係があると述べている。また、紺野ら²⁾は、力発揮時と弛緩時における筋硬の差の大小と運動能力の関係を検討している。更に、鈴木ら³⁾は、ある運動を行うことで筋肉が硬くなり、それに伴って柔軟性も低下し、回復期では安静時の状態に筋硬度及び柔軟性が回復したことを報告している。男女差については、中野ら⁴⁾が肘関節屈曲動作時の異なる関節角度での筋硬度の変化に及ぼす性差を検討し、関節角度の違いによって性差の値の評価が異なることを報告している。特に、柔軟性は男女差があることが知られ、関節可動域によって評価されている。関節可動域は、関節を形成する骨、関節包、靭帯、筋、脂肪、腱などのさまざまな組織の状態によっても左右されると考えられる。つまり、柔軟性の評価は筋硬度と深い関係があるのではないかと推測される。しかし、柔軟測定時の筋硬度を測定した例は少ない。

そこで本研究では、筋硬度と柔軟性の関係を探るため、柔軟測定時の筋硬度を測定し、安静時との関係を検討した。更に、筋組織を把握するため筋厚と脂肪厚を測定し筋硬度値に及ぼす影響を検討した。

研究方法

I. 被験者

本研究の被験者は体育学部に所属する大学1年生の男子大学生269名と女子大学生51名であった。被験者の身体的特徴は、各群別に平均と標準偏差値で表1に示した。各被験者には研究の目的、内容等について十分説明し、本研究への任意による参加の同意を得た。

II. 筋硬度の測定

筋硬度の測定は、筋弾性計（図1：井元製作所

表1 被験者の身体的特徴

	男子学生 (n=269)	女子学生 (n=51)
身長 (cm)	172.9±6.5	161.2±6.4**
座高 (cm)	91.7±3.3	85.5±2.9**
比座高 (%)	52.9±1.5	53.0±1.4
上体そらし (cm)	49.7±10.5	49.1±8.8
立位体前屈 (cm)	9.8±11.0	11.3±12.6

(mean±sd) **;p<0.01

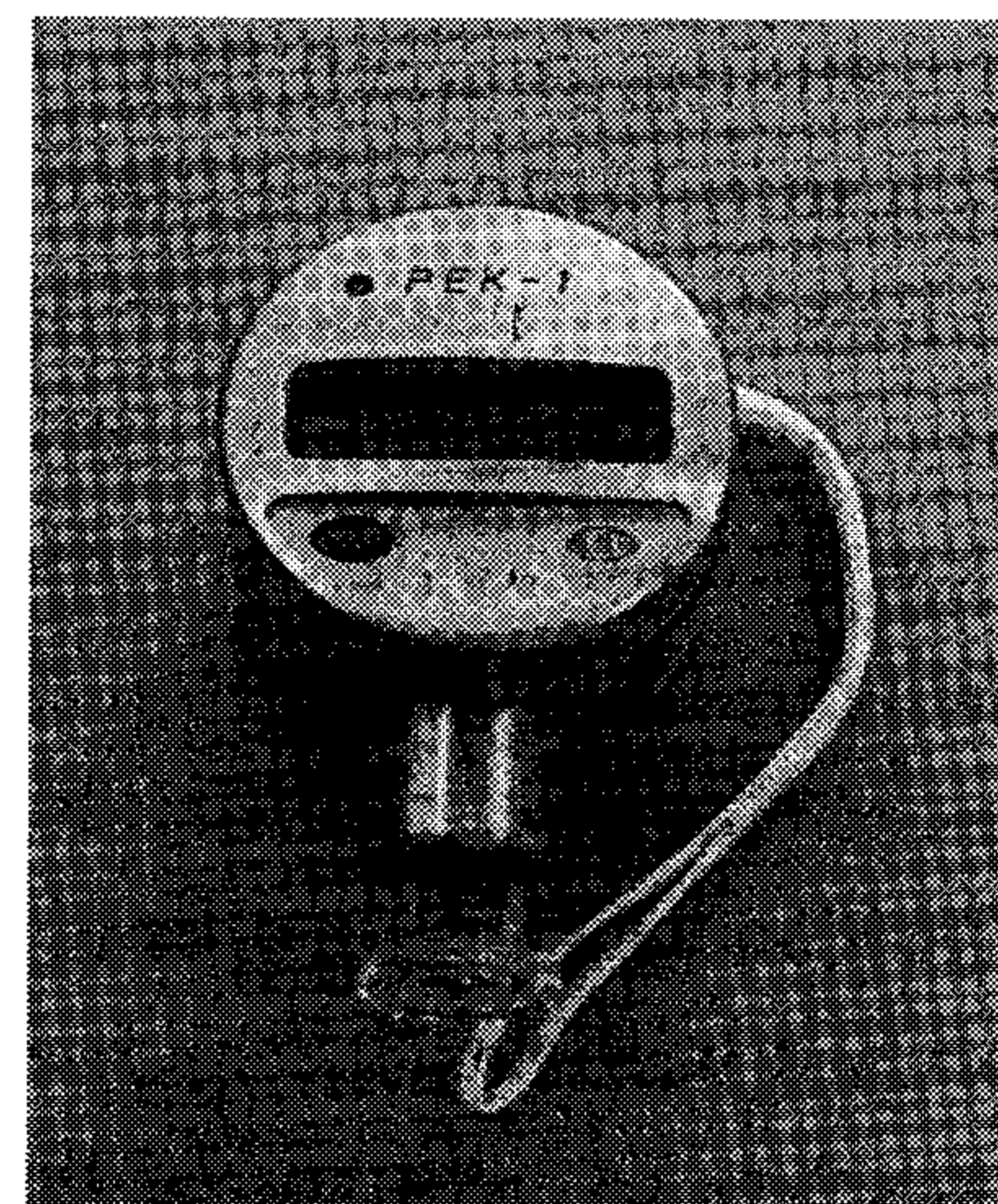


図1 筋弾性計

製PEK-1) を用いて、体育大学生男女320名の立位安静時における右大腿後面のいわゆる「筋硬度」の測定を行った。測定部位は、大腿長の遠位50%部位の半膜様筋部とした。そして、決定された部位にはマーカーを記した(図2)。尚、測定部位の決定については、鈴木ら³⁾の測定により大腿後面部の最も硬い部分で更に再現性が高かった部位とした。また、柔軟性測定時の姿勢として立位体前屈時の同部位での測定を行った(図3)。

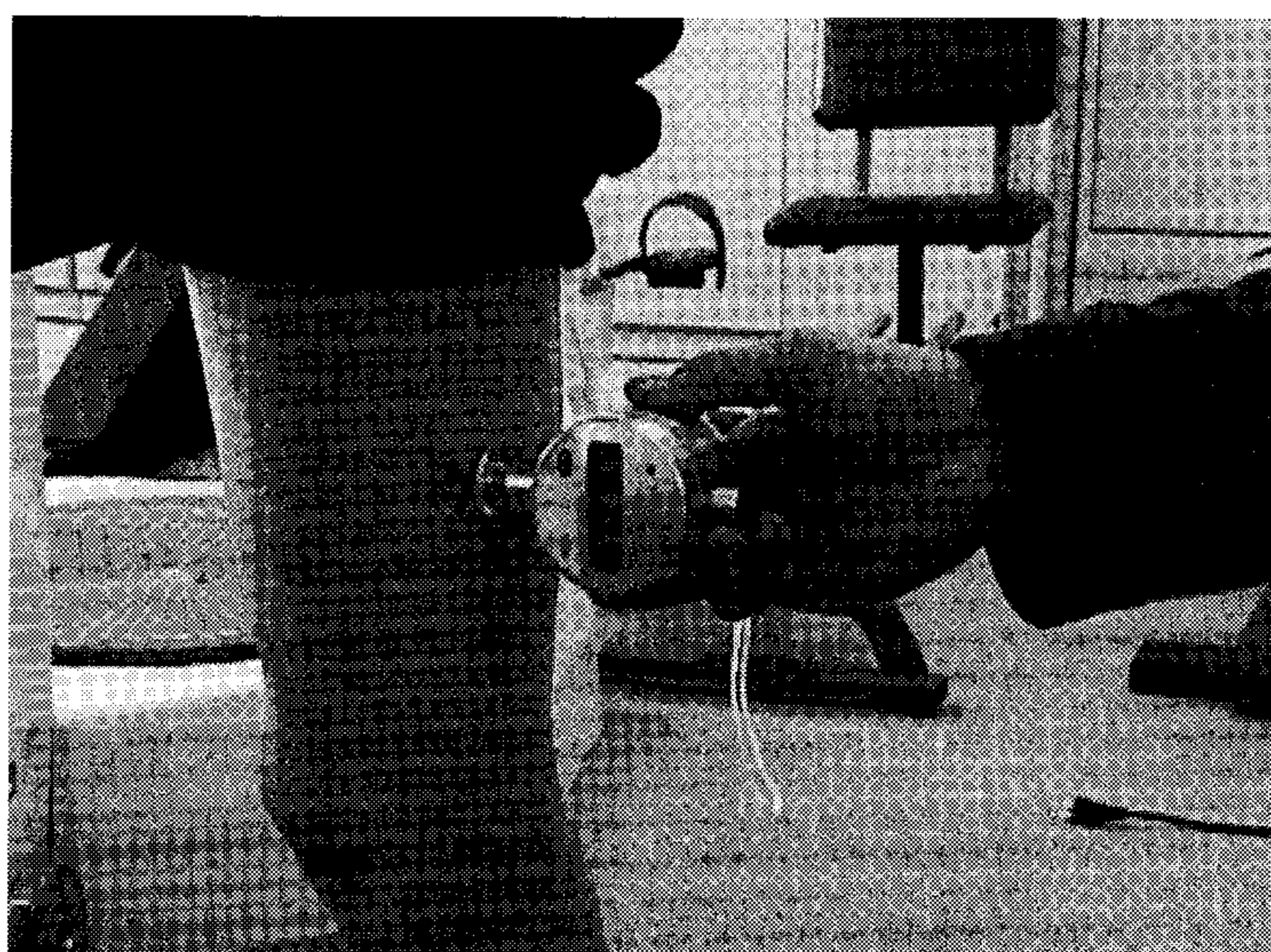


図2 立位姿勢時の筋硬度の測定



図3 立位板前屈時の筋硬度の測定

Ⅲ. 筋横断面厚の測定

大腿部の筋厚の測定は、超音波B-mode法(Echo Camera SSD-650CL, ALOKA製)を用いて、超音波周波数5MHzで行った。測定部位は大腿の後部が大腿長の遠位50%であり、筋硬度測定部位と同一部位とした(図4)。筋厚の計測は皮下脂肪組織と筋組織の境界を示す反射波から大腿骨までの距離を、脂肪厚の測定は皮膚組織と皮下脂肪組織の境界を示す反射波から皮下脂肪組織と筋組織の境界を示す反射波までとした。

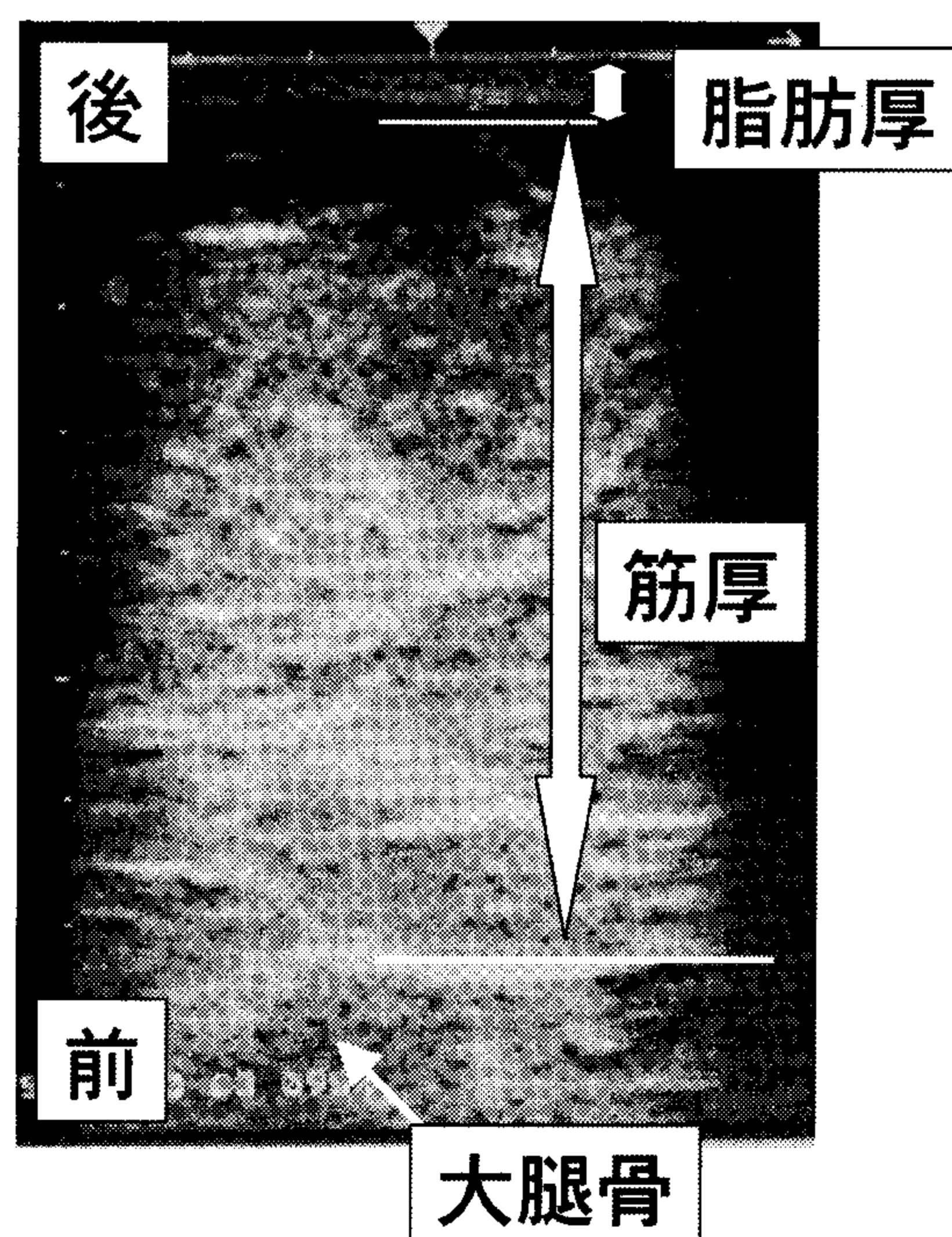


図4 大腿後部の筋厚と脂肪厚の測定

IV. 統計処理

測定値は平均値及び標準偏差で示した。各測定項目とも、男子大学生群と女子大学生群間の差を student t-test を用いて検定した。また、全被験者を対象として各測定項目間との相関関係を単純相関によって求めた。それぞれ危険率 5% 未満を有意とした。

結果と論議

表 1 は、被験者の身体的特徴について男子学生及び女子学生に分類し、平均値と標準偏差で比較したものである。特に、身長・座高では統計上有意に男子学生が高いものの、比座高（座高/身長）については有意な差が認められなかった ($p < 0.01$)。また、柔軟性の指標である「上体そらし」及び「立位体前屈」においては両者とも統計上有意な差は認められなかった。そして、男子及び女子を和した時の立位体前屈と身長・座高・比座高・上体そらしの各間には統計上有意な相関関係は認められなかった。しかし、身長と座高、身長と比座高、座高と比座高の間には統計上有意な相関関係が認められた ($p < 0.01$)。

図 5 は、立位姿勢時、立位体前屈時の筋硬度測定値を比較したものである。筋硬度値は、立位姿勢時の男子学生で 56.7 ± 3.9 、女子学生で 53.2 ± 4.0 と統計上有意に男子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。

また、立位体前屈時の男子学生は 70.8 ± 6.4 、女子学生は 62.1 ± 5.3 と統計上有意に男子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。そして、立位体前屈時の値から立位姿勢時の筋硬度を引いた値では、男子学生が 14.2 ± 6.1 、女子学生が 8.9 ± 4.5 と統計上有意に男子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。これは、立位体前屈の平均値がかわらないものの、男子学生の方が女子学生に比べて安静の立位時及び立位体前屈時に筋硬度値が高いことがわかった。図 6 は、立位姿勢時の筋厚と脂肪厚値を比較したものである。筋厚値は男子学生が $48.0 \pm 5.0 \text{mm}$ 、女子学生が $42.6 \pm 5.6 \text{mm}$ と統計上有意に男子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。また、脂肪厚値は男子学生が $3.6 \pm 1.0 \text{mm}$ 、女子学生が $5.8 \pm 1.2 \text{mm}$ と統計上有意に女子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。また、筋厚に対する脂肪厚の割合を求めてみると男子学生は $7.7 \pm 2.3\%$ 、女子学生は $13.8 \pm 2.9\%$ と統計上有意に女子学生が高値を示した ($p < 0.01$)。

次に、立位体前屈値と立位姿勢時の筋硬度値、立位体前屈時の筋硬度値、立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値、大腿部の筋厚値、大腿部の脂肪厚値、筋厚に対する脂肪厚の割合値について相関関係を調べた結果、いずれの関係において統計上有意な相関はなかった。

しかし、立位姿勢時の筋硬度値と立位体前屈時の筋硬度値の間は統計上有意な正の相関関係が認め

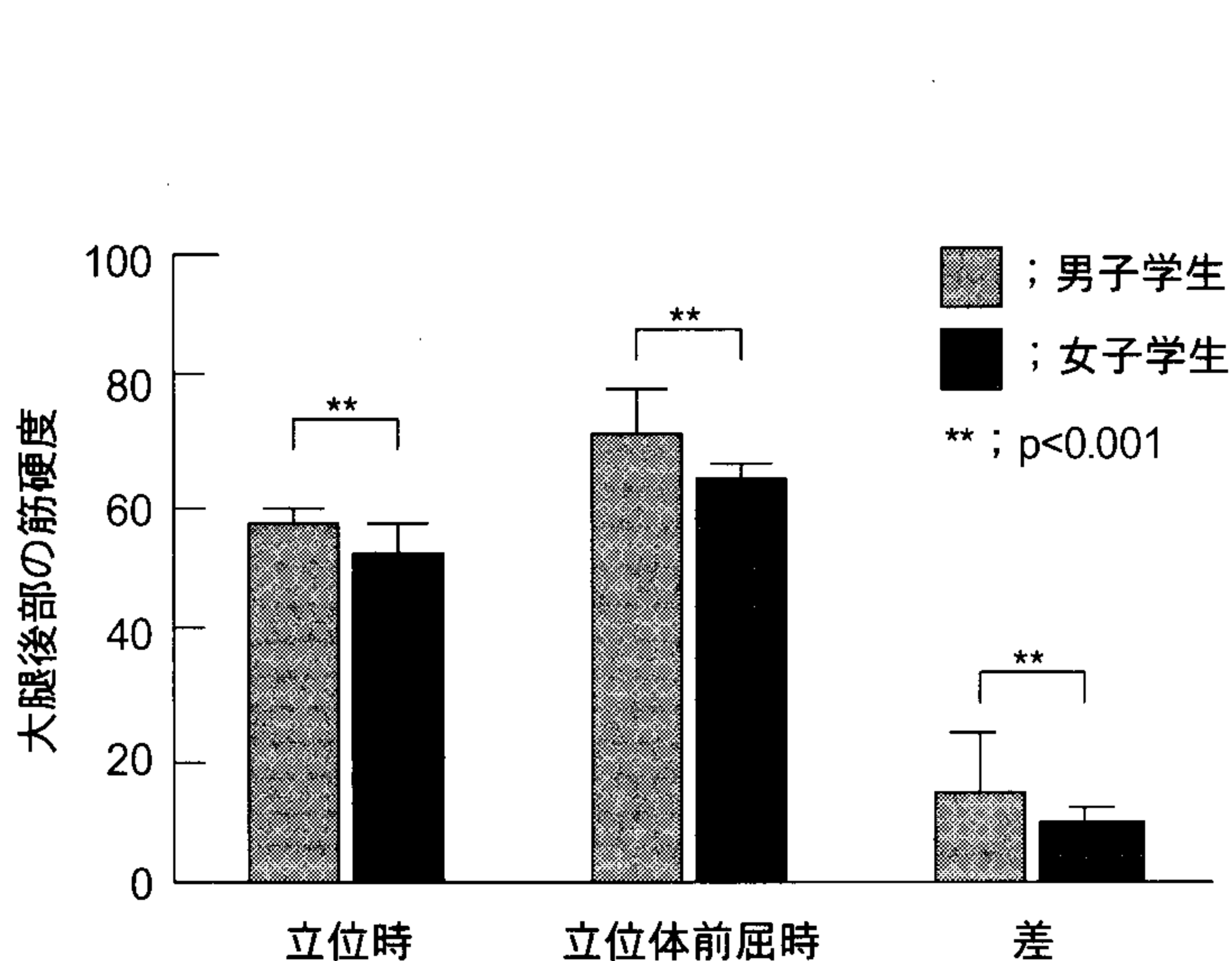


図5 立位時及び立位体前屈時の筋硬度

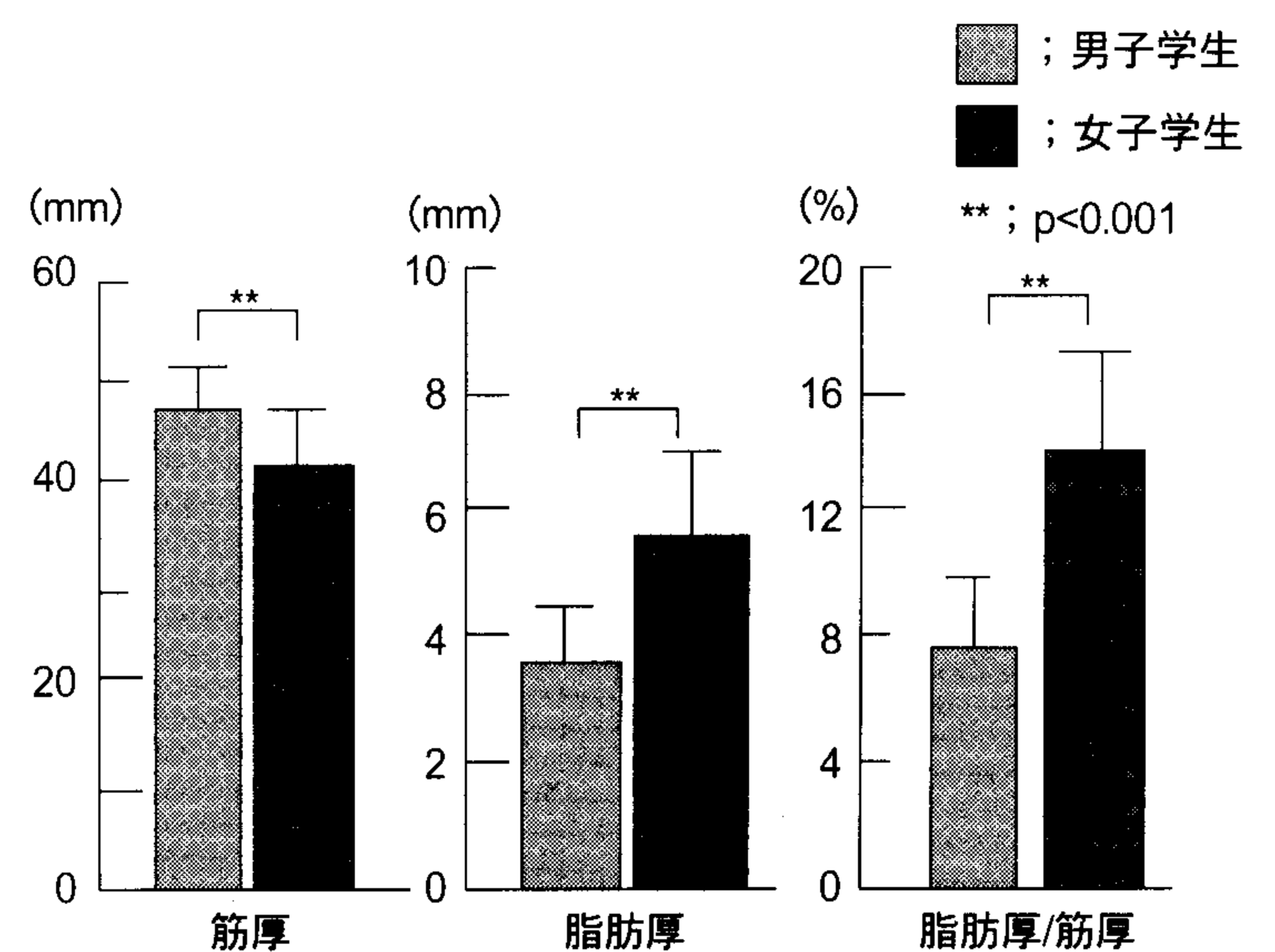


図6 立位時の筋厚と脂肪厚

られた ($r=0.414$, $p<0.01$) (図7)。また、立位体前屈時の筋硬度値と立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値の間は統計上有意な正の相関関係が認められた ($r=0.816$, $p<0.01$) (図8)。更に、立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値と筋厚に対

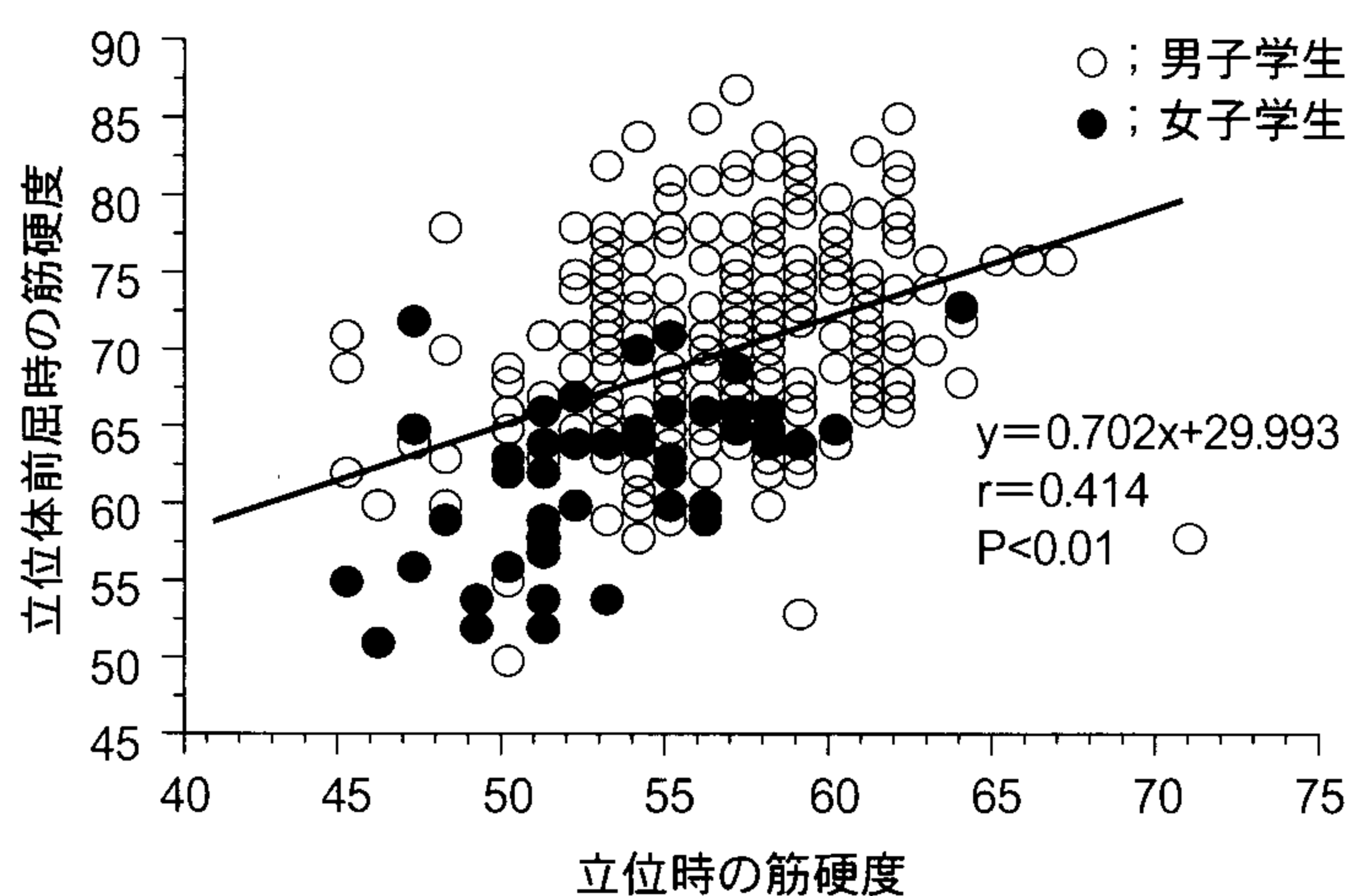


図7 立位時の筋硬度と立位体前屈時の筋硬度の関係

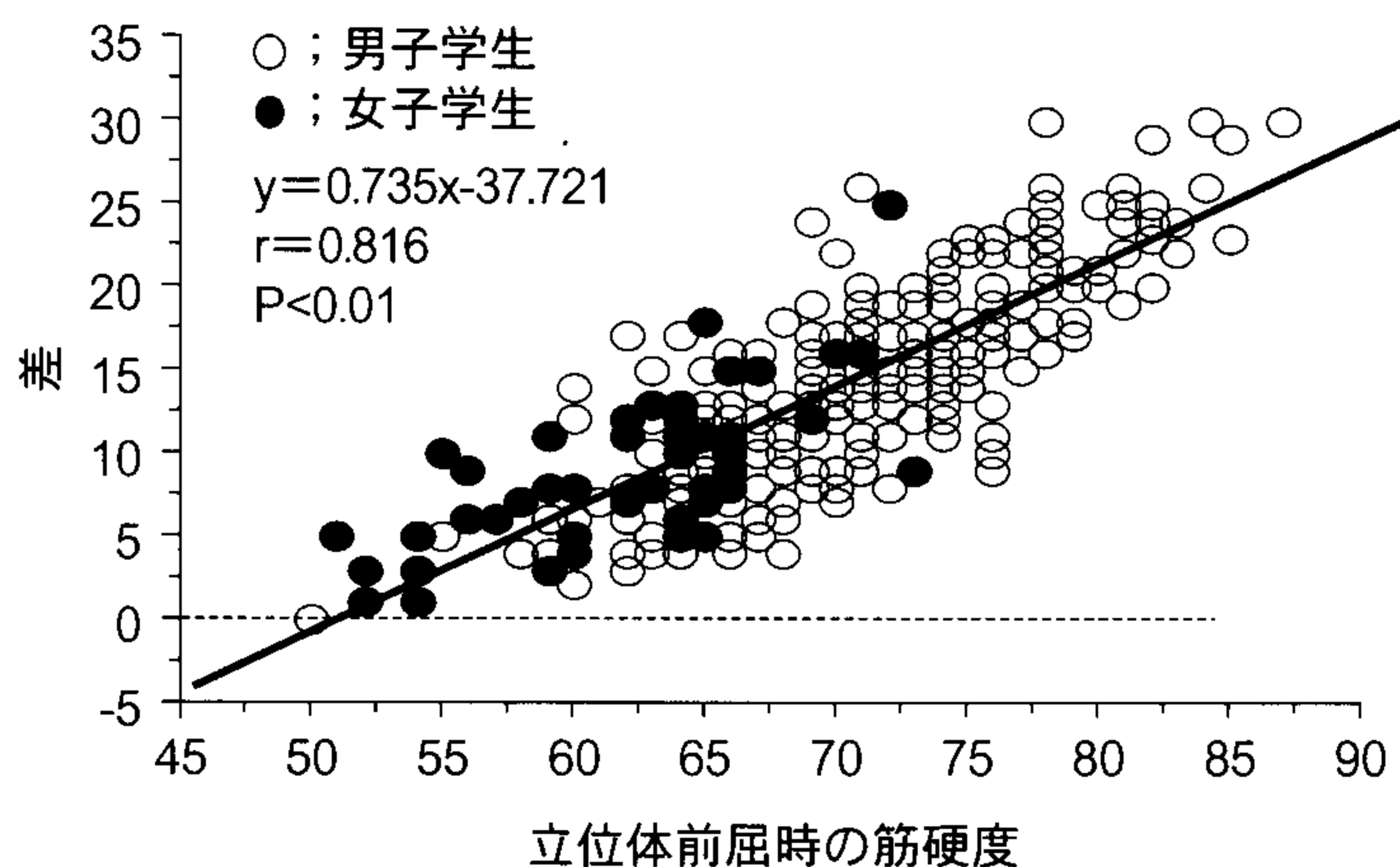


図8 立位体前屈時の筋硬度と立位時の筋硬度との差の関係

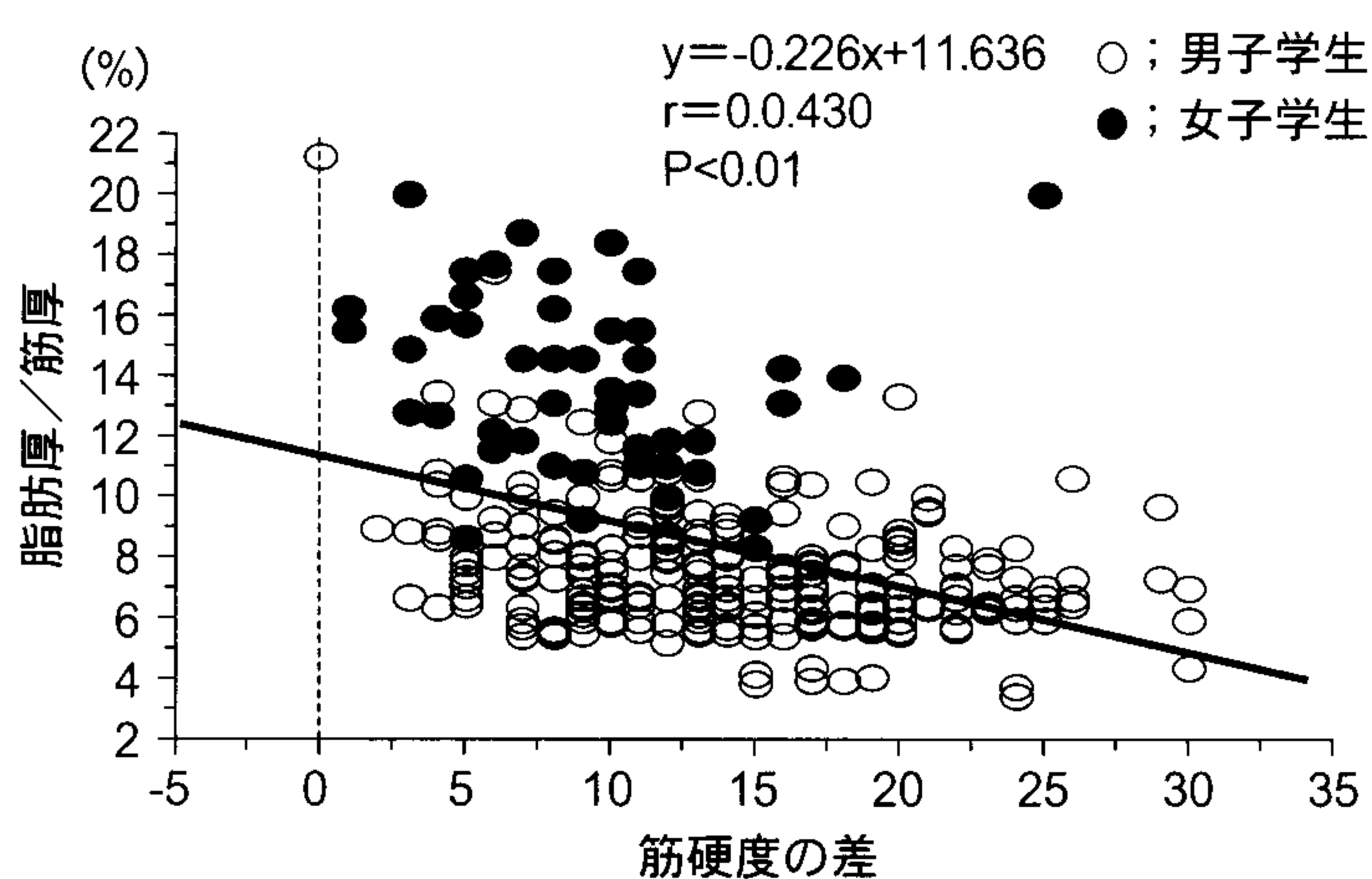


図9 筋硬度の差と脂肪厚/筋厚との関係

する脂肪厚の割合の間は統計上有意な負の相関関係が認められた ($r=0.430$, $p<0.01$) (図9)。しかし、立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値と筋厚値との間には統計上有意な相関関係は認められなかった。

以上の結果から、立位姿勢時の筋硬度が高ければ、立位体前屈時の筋硬度も高い傾向になり、更に、立位体前屈時の筋硬度は立位姿勢時の筋硬度値との差を反映し、その差は筋厚に対する脂肪厚の割合値が小さければ大きくなる傾向があることがわかった。よって、立位姿勢時の筋硬度は、脂肪厚を反映していることがわかった。そして、柔軟性の指標である立位体前屈値は、筋厚や脂肪厚及び筋硬度において影響を受けないことがわかった。

最後に、立位体前屈値は被験者の上肢長、下肢長、胴長などに左右されるもので、発育期がすぎた者についてはその相対的变化と柔軟性の変化との間に深い関係があると言われている⁸⁾。そして、立位体前屈値を決定する要因としては、股関節の可動域、腹部の脂肪厚などさまざまな要因が考えられる。これらのことから、今後は立位体前屈値が高い値を示した者と低い値を示した者の特徴を調査し、立位体前屈値を決定する要因を探ることが重要であると考えられた。

まとめ

本研究では、体育学部に所属する学生を対象として、筋硬度と柔軟性の関係を探るため、柔軟測定時の筋硬度を測定し、安静時との関係を検討した。更に、筋組織を把握するため筋厚と脂肪厚を測定し筋硬度値に及ぼす影響を検討した。その結果、次のようなことが明らかになった。

I. 身長・座高では男子学生が女子学生より統計上有意に高いものの、比座高(座高/身長)については有意な差が認められなかった ($p<0.01$)。また、柔軟性の指標である「上体そ

らし」及び「立位体前屈」においては男子学生と女子学生の間で統計上有意な差は認められなかった。

II. 大腿後部の筋硬度値は、立位姿勢時の男子学生が女子学生より統計上有意に高値を示した ($p < 0.01$)。また、立位体前屈時の筋硬度値は男子学生が女子学生より統計上有意に高値を示した ($p < 0.01$)。そして、立位体前屈時の値から立位姿勢時の筋硬度を引いた値では、男子学生が、女子学生より統計上有意に高値を示した ($p < 0.01$)。

III. 立位姿勢時の筋厚値は男子学生が女子学生より統計上有意に高値を示した ($p < 0.01$)。また、脂肪厚値は女子学生が男子学生より統計上有意に高値を示した ($p < 0.01$)。

IV. 立位体前屈値とすべての測定値との間において統計上有意な相関はなかった。

V. 立位姿勢時の筋硬度値と立位体前屈時の筋硬度値の間は統計上有意な正の相関関係が認められた ($r = 0.414$, $p < 0.01$)。また、立位体前屈時の筋硬度値と立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値の間は統計上有意な正の相関関係が認められた。更に、立位体前屈時の筋硬度値から立位姿勢時の筋硬度値を引いた値と筋厚に対する脂肪厚の割合の間は統計上有意な負の相関関係が認められた ($r = 0.430$, $p < 0.01$)。

VI. 立位姿勢時の筋硬度は、脂肪厚を反映していることがわかった。そして、柔軟性の指標である立位体前屈値は、筋厚や脂肪厚及び筋硬度において影響を受けないことがわかった。

本研究は、国土舘大学体育学部附属体育学研究所の1999年度研究助成によって実施した。

引用・参考文献

- 1) 岡田修一, 平川和文, 家治川豊, 小田慶喜, 高田義弘, 石島 繁, 浅見高明: 高齢者における筋の硬さと体力特性との関係について, 体力科学, **37**:632, 1988.
- 2) 紺野義雄: 筋硬度に関する研究(第一報) “筋硬度差”による運動能力の判定法, 体力科学, **1**:180-185, 1952.
- 3) 鈴木由紀子, 小西由里子, 山本利春, 大道 等: 「筋硬度」測定 of 柔軟性評価への応用と再現性の検討,
- 4) 中野雅之, 角田直也, 西山一行, 佐藤三千雄, 堀川浩之, 久光 正: 長距離走者の筋硬度からみた性差, 国土舘大学体育研究所報, **14**:53-56, 1995.
- 5) 小宮秀明, 前田順一, 竹宮 隆: 安静時及び最大筋収縮時における男女の筋硬度比較, 日本体育学会第45回大会号, 308, 1994.
- 6) 小宮秀明, 黒川修行, 前田順一, 竹宮 隆: 局所筋運動後の機能的筋硬度及び筋腫脹について, 第53回日本体力医学会号, 1998.
- 7) 堀川浩之, 佐藤三千雄, 中野雅之, 松橋明宏, 佐藤孝雄, 松石 純, 久光 正: 等尺性最大脚伸展動作が筋硬度に及ぼす影響, 臨床スポーツ医学, **14**, **5**: 573-578, 1997.
- 8) 日丸哲也, 青山英康, 永田 晟, 編著: 健康体力評価・基準値辞典, 株式会社ぎょうせい, :22.56, 1991.