

# 福井県在住女子大学生の栄養摂取状況および身体活動量が、 筋肉量、筋力ならびに筋肉の質に及ぼす影響について

鳴瀬 碧・野田 政弘・岸 慎治・石田 咲子・田中 美貴・林 絵莉華・福島 理沙

仁愛大学人間生活学部

The Effect of Nutritional Status and Physical Activity on Muscle Mass, Muscular Strength and Muscle Quality in Female University Students living in Fukui Prefecture.

Midori NARUSE, Masahiro NODA, Shinji KISHI, Sakiko ISHIDA, Miki TANAKA,  
Erika HAYASHI, Risa FUKUSHIMA

Faculty of Human Life, Jin-ai University

福井県在住の女子大学生 27 人を対象に、栄養状態および身体活動量の多少が青年期の筋肉の量的・質的变化と筋力に及ぼす影響を検討した。食事歴法質問票(BDHQ)を用いて食事調査を実施し、大学 1 年次から 4 年次の身長、体重および体組成の経年変化および筋肉の質的变化を測定した。筋肉の質的变化は、超音波画像診断装置を用いて筋エコー輝度を測定することにより評価した。今回、若い世代においても筋内脂肪の蓄積がみられた。食事の面では、対象者は過栄養、高脂肪食ではなく、エネルギー不足や栄養バランスが悪い者が多い結果となった。たんぱく質摂取量別にみると、たんぱく質摂取量が充足している者の筋肉量は、不足している者に比して多かったにも関わらず、筋内脂肪の蓄積も多くみられ、筋力は充足者の方が低い結果となった。筋肉量を維持、増加させるためには食事は重要であるといえるが、摂取量が十分であることが筋力に反映されるとは一概にはいえないことが考えられた。運動面では従来言われている通り、身体活動量の低下によって筋肉量の減少や筋内脂肪の蓄積がみられた。筋肉を維持・増強するためには適切な食事を摂取することが重要ではあるが、食事だけでなく運動を取り入れることも重要であることが伺えた。筋肉量を増加させ、筋肉の質の低下を抑制するためには、食事のみや、運動のみに偏ることなく、若年期のうちから食事、運動両方のアプローチをしていく必要があると考える。

キーワード：筋肉の質、筋肉量、筋力、栄養摂取状況、身体活動量、女子大学生

Key words : muscle quality, muscle mass, muscular strength, nutritional status, physical activities, female university student

## 緒 言

厚生労働省は、平成 25 年度から開始された第 4 次国民健康づくり対策「健康日本 21 (第 2 次)」において、「健康寿命の延伸」を大きな目標としている<sup>1)</sup>。「健康寿命延伸」のためには、メタボリックシンドロームをはじめ、がん、糖尿病、循環器疾患および運動器症候群(ロコモティブシンドローム)など生活習慣病の予防およびその重症化の予防が重要となる。

前述の運動器症候群(ロコモティブシンドローム)は、2007 年に日本臨床整形外科学会が提唱した膝・腰などの運動器の痛みとそれに伴う運動・生活機能の低下を幅広く含む新しい概念であり、「メタボリックシンドローム」や「認知症」と並び、「健康寿命の短縮」、「ねたきりや要介護状態」の 3 大要因のひとつになっている<sup>2), 3)</sup>。ロコモティブシンドロームの最大の危険因子は加齢であるが、その他にも運動不足による筋肉量や筋力の低下、肥満などが挙げられる。肥満に伴

う膝や腰への荷重の増加が、関節の炎症や関節軟骨・椎間板の変性を引き起こし、運動量の減少を招く。運動量の減少はさらなる体重増加を招き、膝や腰への負担が増大するため、運動機能低下を引き起こすという風に、ロコモティブシンドロームの発症要因となる<sup>4)</sup>。

平成 25 年の調査では、ロコモティブシンドロームの代表的疾患である関節疾患は要介護が必要となる要因の 10.9%<sup>5)</sup>、要支援になる要因の 20.7%を占めており<sup>6)</sup>、高齢化の進展が急速な我が国にとって、ロコモティブシンドローム対策は公衆衛生学上の重大課題のひとつである。

さらに、近年では、このロコモティブシンドロームが高齢期だけでなく小児期でも起こっており、脊柱変形や下肢変形などの異常、下肢筋力の低下やしゃがみ込み動作不可などの機能不全が約 10%のものに認められたことが報告されている<sup>7)</sup>。また、最近の研究から筋肉量の低下は筋力低下の主な原因であるが、筋力には筋肉量だけでなく筋肉内脂肪量の多少により評価される筋肉の質が影響することが明らかとなっている<sup>8)</sup>。そのため、筋量の評価だけでは筋力や身体機能との関連性は中程度に過ぎないとされている<sup>9), 10)</sup>。

ロコモティブシンドロームを予防するためには、身体活動量を増加させ、身体機能の低下を防止することが重要であり、これまで高齢者に対してはその対策が盛んに行われている。しかしながら、平成 23 年度に発表された「健康日本 21」(平成 12 年度～平成 24 年度)の最終評価では、対策が講じられている高齢者では運動習慣者の割合が増加しているが、逆に男女ともに 20 代・30 代の若い世代、女性では 20 代から 50 代のすべての年代で過去 5 年間で比較してその割合が減少していることが報告されている<sup>11)</sup>。実際に身体機能に問題が生じ始める高齢期へのアプローチも重要であるが、筋の再生・増殖機能が低下した高齢者では、一旦減少した筋量は回復が難しいため、比較的若い世代に向けたアプローチも必要であり、そのために、骨量や筋肉量のピークを迎える 20～30 代の体力向上・健康増進に対する意識向上と、運動習慣開始・定着のためのやる気を引き出す動機付けが重要であると考えられる<sup>12)</sup>。

北陸地方に位置する福井県は、文部科学省が実施す

る小・中学生対象の体力テストで、毎年全国上位に位置しているにもかかわらず、平成 23 年度国民健康・栄養調査の結果では、全国の成人女性の運動習慣者の割合は 29.2%であることに對し、福井県は 21.8%と低い割合であり、さらに成人女性の 1 日の平均歩行数は、全国 6437 歩に對し、福井県は 6279 歩と少ない現状にあった<sup>13)</sup>。このような現状にあるのは公共交通機関が発達していないため、高校卒業後体育の授業やクラブ活動がなくなると運動の機会が激減すること、運転免許の取得を機に極端に歩く機会が減少すること、積雪により冬季はさらに身体活動量が低下することなどが主な原因として考えられる。もともと体力は男子で 17 歳頃、女子で 14 歳頃がピークで、その後加齢とともに徐々に低下していくが<sup>13)</sup>、福井県のように極端に歩く機会が少ない生活環境では、若年期からの体力・筋力の低下が都市圏と比較して急速に起こることが推測され、それが将来的にロコモティブシンドロームをはじめとする生活習慣病を惹起することによって、自立度低下や虚弱など将来の健康寿命の後退につながる事が予測される。

そこで本研究では福井県在住の女子大学生を対象に、高校卒業後の生活習慣と筋肉量ならびに筋力の変化との関係性について調査した。筋力については筋肉量だけでなく筋肉の質的变化にも着目して調査を行い、これらの実態を明らかにすることで、地域特有の生活環境や生活習慣が青年期の筋肉の量的・質的变化や、その変化が筋力に及ぼす影響について検討した。

## 方法

### 1. 対象者

仁愛大学人間生活学部健康栄養学科所属の女子大学生 27 名を対象とした。

対象者の 2013 年 4 月時点での平均年齢は  $18.3 \pm 0.49$  歳、平均身長は  $159.1 \pm 5.2$ cm、平均体重は  $50.8 \pm 4.6$ kg、平均 BMI は  $20.5 \pm 1.7$ kg/m<sup>2</sup>であった。

### 2. 調査期間

調査は 2013 年 4 月から 2016 年 11 月の期間で実施し、1 年次から 4 年次の変化について経年的に検討し

た。

### 3. 調査項目

#### 1) 身体状況調査

身長は電子式全自動身長計（新和精工株式会社）を用いて測定し、体組成は体組成分析装置 Inbody 430（株式会社インボディ・ジャパン）を用いて測定した。

#### 2) 生活・運動習慣調査

対象者への質問用紙を配布し、主な項目として通学・交通手段、運動習慣の有無について把握した。

#### 3) 食事調査

簡易型自記式食事歴法質問票（BDHQ）<sup>14)</sup>を用いてエネルギー・栄養素摂取量と食品群別摂取量を調査した。

対象者の摂取エネルギー量は、食事摂取基準の考え方をもとに BDHQ の値に過小評価を考慮し 1.15 を乗じたものに  $\pm 200\text{kcal}$  の幅をもたせ算出した<sup>15)</sup>。推定エネルギー必要量は、Inbody により算出した基礎代謝量に身体活動量計で測定したエネルギー量から身体活動レベルを算出し、これに基礎代謝量を乗じて求めた。炭水化物と脂質は、食事摂取基準の炭水化物の目標量（推定エネルギー必要量の 50%以上 65%未満）と脂質の目標量（推定エネルギー必要量の 20%以上 30%未満）をそれぞれ算出し、算出した各個人の目標量と対象者の実際の摂取量を比較し、たんぱく質は食事摂取基準の推奨量と比較した<sup>15)</sup>。

#### 4) 身体活動量測定

身体活動量は、加速度計 Active style Pro HJA-750c（オムロン株式会社）を用いて測定した。

#### 5) 膝伸展筋力ならびに股関節屈筋力測定

膝伸展筋力はテンションメーター D（竹井機器工業株式会社）を用いて測定し、徒手筋力測定器による膝伸展筋力と股関節屈筋力は、 $\mu$ -TasFl（アニマ株式会社）を用いて測定した。

#### 6) 筋内脂肪量測定

筋内脂肪量の測定は、超音波診断装置 Vscan（GE Healthcare）を用いて被験者を仰臥位で安静にして 7.5MHz の電子リニアプローブにより皮膚面にできるだけ圧力がかからないように軽く大腿部をスキャンさせて実施した。測定は左脚で行い、測定部位は、大腿

直筋、中間広筋については、上前腸骨棘と膝蓋骨上縁の中点とし、外側広筋は、上前腸骨棘と膝蓋骨上縁を結んだ線上遠位 1/3 から外側 3 センチの部位とした。

超音波画像の分析は、ImageJ1.46（JAVA 社）を使用して行い、8bit gray-scale（黒 = 0 ~ 白 = 255）のヒストグラム分析によって、大腿直筋、中間広筋、外側広筋それぞれの筋輝度の平均値を算出し求めた。

### 4. 統計解析

得られたデータは、Microsoft Excel を用いて集計し、IBM SPSS Statistics ver.23 を用いて統計解析を行った。2 群間の平均値の差の検定には、t 検定を用いた。相関関係は、Microsoft Excel の関数を用いて分析した。有意確率は 5% 以下とした。

### 5. 倫理的配慮

本研究の実施にあたり、対象者には文書と口頭により研究目的や方法、研究への参加は本人の自由意志であること、調査を通して得られる協力者の個人情報には本研究のみに使用すること、また、事故などの発生や対応に万全の配慮をすることを説明し、同意書への署名をもって同意を得た。

なお、本研究の実施については、仁愛大学倫理審査委員会の承認を得て行った。

## 結果

#### 1) 身長・体組成

福井県在住の仁愛大学人間生活学部健康栄養学科の女子大生の身体状況の結果を表 1 に示した。1 年次の対象者の平均年齢は  $18.3 \pm 0.49$  歳、平均身長は  $159.1 \pm 5.2\text{cm}$ 、平均体重は  $50.8 \pm 4.6\text{kg}$ 、平均 BMI は  $20.5 \pm 1.7\text{m}^2$  であった。4 年次の対象者の平均年齢は  $21.4 \pm 0.49$  歳、平均身長は  $160.1 \pm 5.1\text{cm}$ 、平均 BMI は  $19.5 \pm 1.4\text{kg/m}^2$  であった。2 時期を比較して、全項目で有意差はみられなかった。

#### 2) 生活・運動習慣

高校時の通学手段として、自転車の利用が 37% と最も多く、自動車 24%、電車・バス 22%、徒歩 17%

表 1. 1 年次と 4 年次の身体状況

	1年次	4年次
	測定値 (平均値±SD)	測定値 (平均値±SD)
年齢(歳)	18.3±0.49	21.4±0.49
身長(cm)	159.1±5.2	160.1±5.1
体重(kg)	50.8±4.6	50.0±5.1
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.5±1.7	19.5±1.4

の順であった。一方現在の交通手段としては、全体の 80%以上が車を利用していた(図 1)。

運動習慣に関する質問では、高校時では 69%の者が運動部に所属していたのに対して、現在では、運動習慣のない者が 70%以上を占め、対象者のうちサークルや学外で運動習慣がある者は 29.6%であった(データは示していない)。

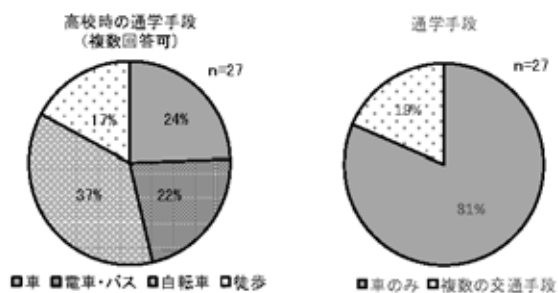


図 1. 高校時と現在の交通手段の比較

### 3) 食事調査

BDHQの結果を基に、対象者各個人のエネルギー及び栄養素摂取量を検討した。各被験者の推定エネルギー必要量は、Inbodyで測定した基礎代謝量と身体活動量計の総消費エネルギー量から身体活動レベルを算出し、これに基礎代謝量を乗じて算出した。対象者の摂取エネルギー量は推定エネルギー必要量に比べ、18.5% (5 名) の者が過剰、25.9% (7 名) の者が充足、55.6% (15 名) の者が不足していた(図 2)。

算出した推定エネルギー必要量に食事摂取基準の炭水化物の目標量(50%以上 65%未満)と脂質の目標量(20%以上 30%未満)を乗じて、炭水化物と脂質の各個人の目標量を算出した。対象者の摂取量は炭水化物の目標量と比べ、3.7% (1 名) の者が過

剰、59.3% (16 名) の者が充足、37.0% (10 名) の者が不足していた(図 2)。脂質の目標量と比べると、18.5% (5 人) の者が過剰、66.7% (18 名) の者が充足、14.8% (4 人) の者が不足していた。たんぱく質は 2015 年版食事摂取基準の推奨量を基準とし、各個人の摂取量と比較した。たんぱく質の摂取量は、食事摂取基準の推奨量と比べ 44.4% (12 人) の者が推奨量以上、55.6% (15 人) の者が推奨量以下となった(図 2)。

エネルギー・たんぱく質は不足している者の割合が多く、炭水化物・脂質の摂取量は充足している者の割合が高いため、栄養バランスが悪いことが考えられた。

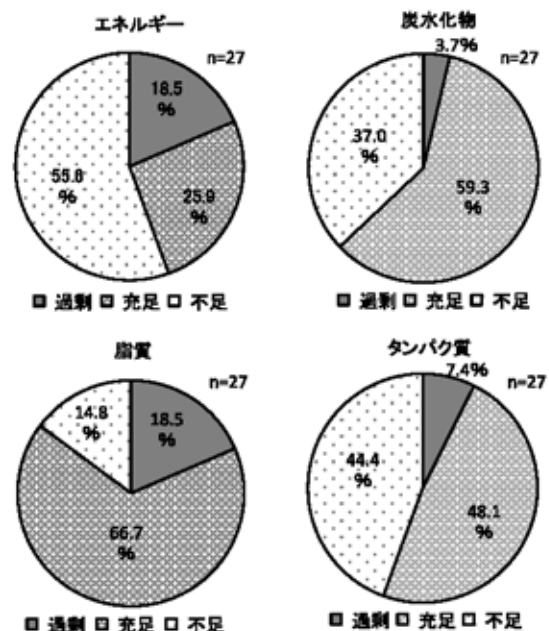


図 2. 推定エネルギー必要量・炭水化物および脂質目標量・たんぱく質推奨量と実際の摂取量との比較

### 4) たんぱく質摂取量と筋肉量・筋力・筋内脂肪量

食事調査の結果より、筋肉合成や筋力に必要なたんぱく質に着目し、たんぱく質摂取量別に、1 年次と 4 年次の筋肉量および筋力の減少率を検討した(図 3, 4)。

骨格筋量は 20 歳代をピークに 80 歳代では 44% 低下するといわれており<sup>16)</sup>、この 60 年間の減少率を年間減少率で算出すると 0.8%となる。また、筋力は 20 歳代をピークに 80 歳代で 64%低下するといわれてお

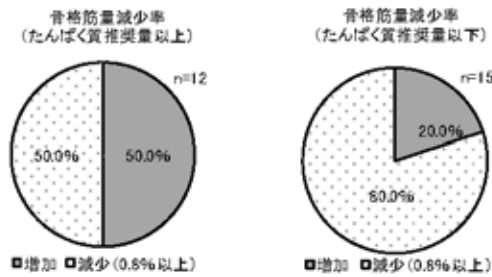


図 3. たんぱく質摂取量別 1 年次から 4 年次の骨格筋減少者割合の比較

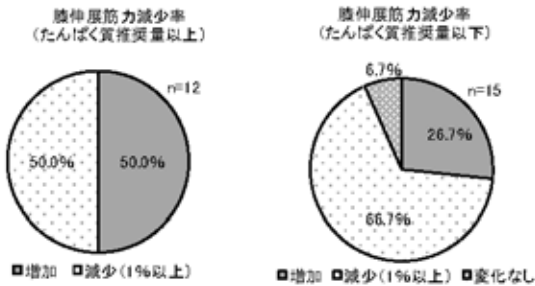


図 4. たんぱく質摂取量別 1 年次から 4 年次の膝伸展筋力減少者割合の比較

り<sup>16)</sup>, この 60 年間の減少率を年間減少率で算出すると 1%となる. 今回はこの年間の減少率を基準とした.

たんぱく質摂取量が推奨量以上の者で, 骨格筋量が 1 年次に比べ増加したものは 50.0% (6 名), 0.8%以

上減少した者は 50.0% (6 名), 減少率が 0.8%未満の者・変化なしの者はいなかった. 膝伸展筋力では 1 年次に比べ増加したものは 50.0% (6 名), 1%以上減少した者は 50.0% (6 名), 減少率 1%未満の者・変化なしの者はいなかった.

たんぱく質摂取量が推奨量以下の者では, 骨格筋量が 1 年次に比べ増加した者は 20.0% (3 名), 0.8%以上減少した者は 80.0% (12 名), 減少率 0.8%未満の者・変化なしの者はいなかった. 膝進展筋力は 1 年次比で増加したものは 26.7% (4 名), 1%以上減少したものは 66.7% (10 名), 減少率 1%未満の者はおらず, 変化なしの者は 6.7% (1 名) であった.

筋肉量では, たんぱく質摂取量が推奨量以上の者は推奨量未満の者に比べ 0.8%以上減少する者は少なく, 筋力では, たんぱく質摂取量が推奨量以上の者は推奨量以下の者に比べ 1%以上減少している者の割合が多い結果となった.

次に, たんぱく質摂取量別で筋肉量, 筋力, 筋肉脂肪量を比較した (図 5, 6). たんぱく質摂取量が推奨量以上の者の平均の骨格筋量は  $21.0 \pm 1.6\text{kg}$ , 推奨量以下の者で  $19.7 \pm 2.2\text{kg}$  であった. 膝進展筋力は推奨量以上の者で  $26.5 \pm 6.2\text{kg}$ , 推奨量以下の者で

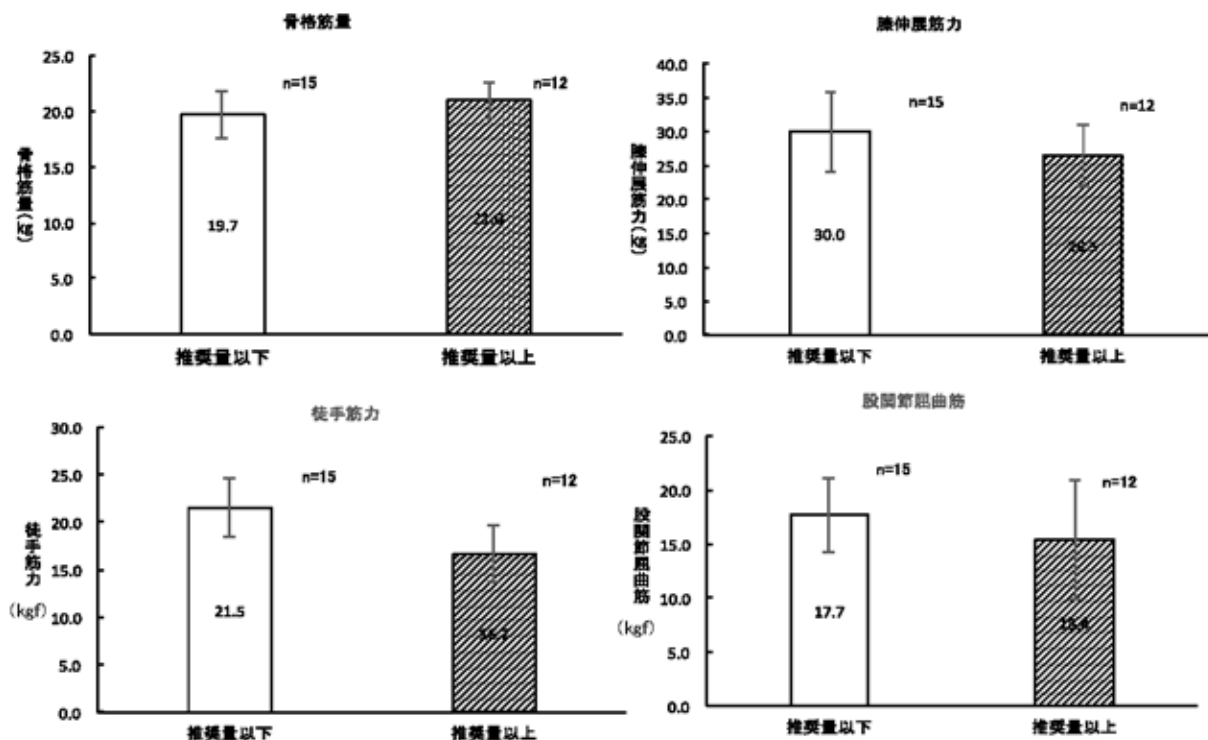


図 5. たんぱく質摂取量別筋肉量・筋力の比較

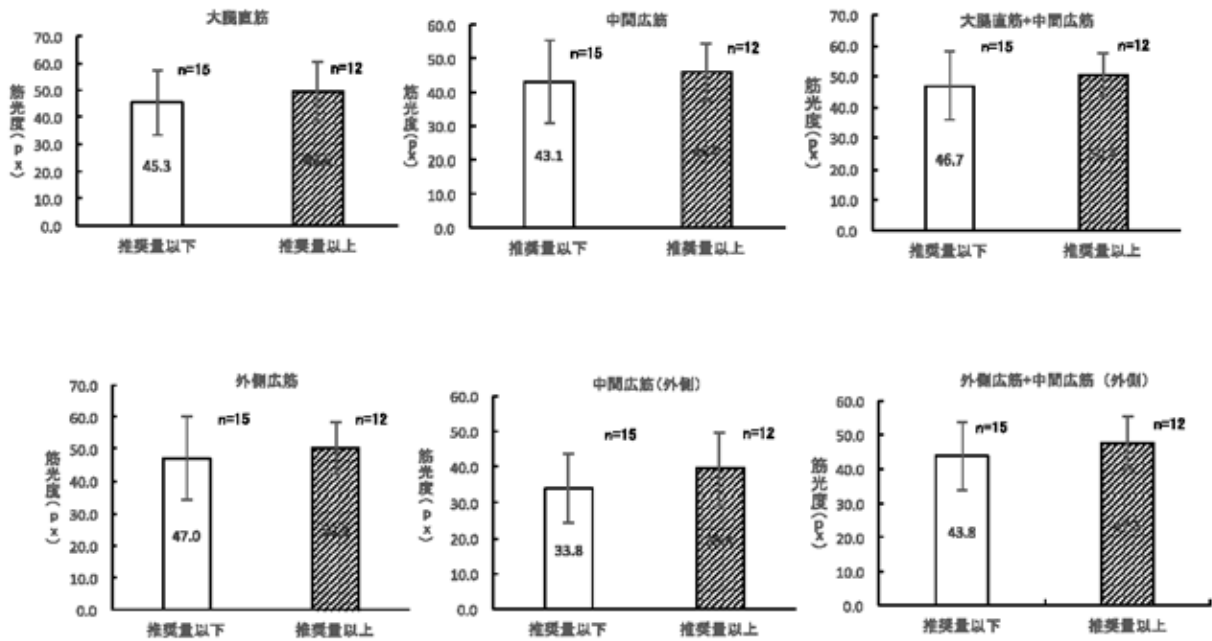


図 6. たんぱく質摂取量別の部位別筋内脂肪量の比較

30.0 ± 5.9kgであった。徒手筋力測定器によって測定した膝伸展筋力は、たんぱく質摂取が推奨量以上の者で 16.7 ± 3.0kgf、推奨量以下の者で 21.5 ± 3.08kgf であった。股関節屈曲筋は推奨量以上の者で 15.4 ± 5.5kgf、推奨量以下の者で 17.7 ± 3.5kgf であった。筋肉量は摂取量が推奨量以上の者で多く、筋力は推奨量以下の者で多い結果となった。

さらに、たんぱく質摂取量別に筋内脂肪量を検討したところ、大腿直筋の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 49.6 ± 10.7px、推奨量以下の者で 45.3 ± 12.0px、中間広筋の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 46.0 ± 8.6px、推奨量以下の者で 43.1 ± 12.4px であった。大腿直筋と中間広筋全体の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 50.4 ± 7.1px、推奨量以下の者で 46.7 ± 11.2px であった。外側広筋の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 50.2 ± 8.0px、推奨量以下の者で 47.0 ± 12.9px であった。中間広筋（外側）の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 39.4 ± 10.1px、推奨量以下の者で 33.8 ± 9.55px であった。外側広筋と中間広筋（外側）全体の筋輝度は摂取量が推奨量以上の者で 47.5 ± 7.6px、推奨量以下の者で 43.8 ± 10.1px であった。いずれの部位でも有意差はないが、摂取量が推奨量以上の者は、推奨量以下の者に比べ筋

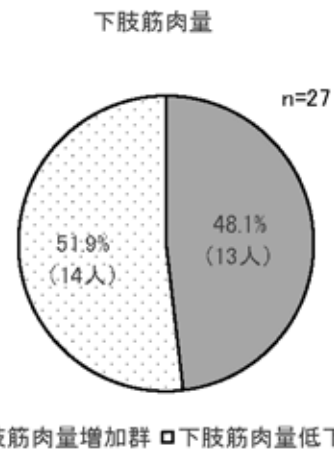


図 7. 1 年次から 4 年次の下肢筋肉量増加者と減少者の割合

輝度は高値であり、筋内脂肪量が多い傾向にあった。

#### 5) 体組成の経年変化と筋力・筋内脂肪量

1 年次と 4 年次の 2 時期の体組成の変化について、左下肢を指標にして比較したところ、1 年次の左下肢筋肉量は 5.9 ± 0.7kg であり、4 年次の左下肢筋肉量も 5.9 ± 0.7kg で 2 時期に差はみられなかった（データは示していない）。2 時期において左下肢筋肉量の平均値は変わらなかったが、1 年次と 4 年次を比べると左下肢筋肉量が増加した者の割合は 48.1% (13 人)、減少した者の割合は 51.9% (14 人) であった（図 7）。

次に、対象者の左下肢筋肉の筋内脂肪量を測定したところ、大腿直筋の筋輝度は 47.2 ± 11.5px、中間

福井県在住女子大学生の栄養摂取状況および身体活動量が、筋肉量、筋力ならびに筋肉の質に及ぼす影響について

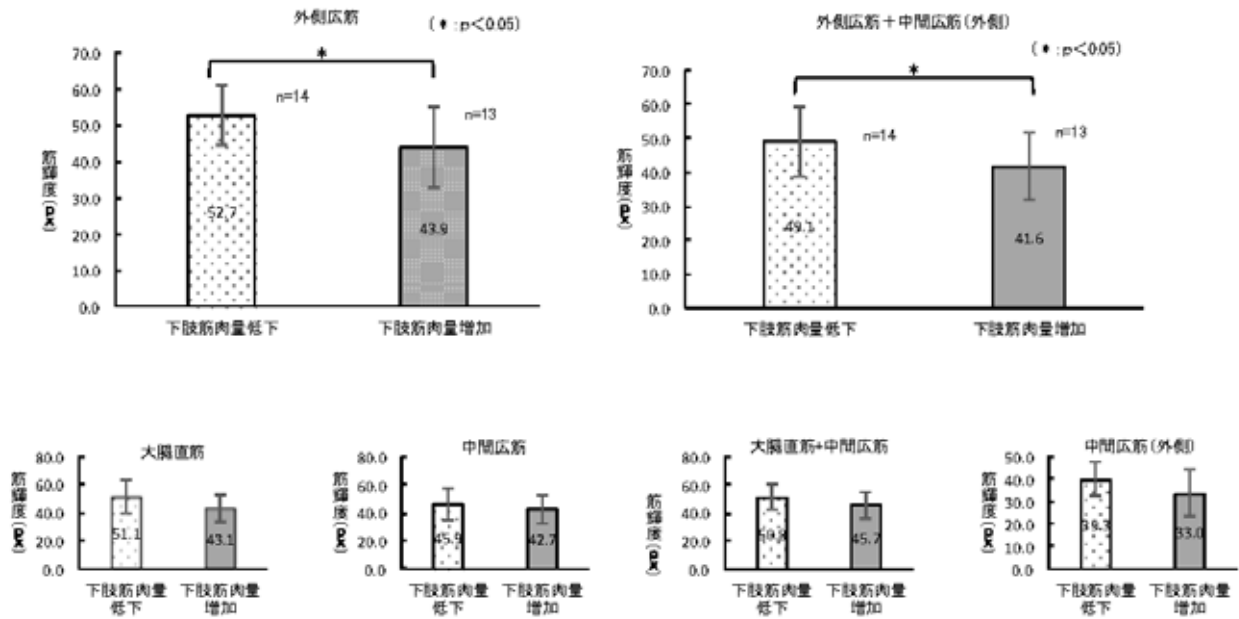


図 8. 下肢筋肉量低下群と増加群の各測定部位の筋内脂肪量の比較

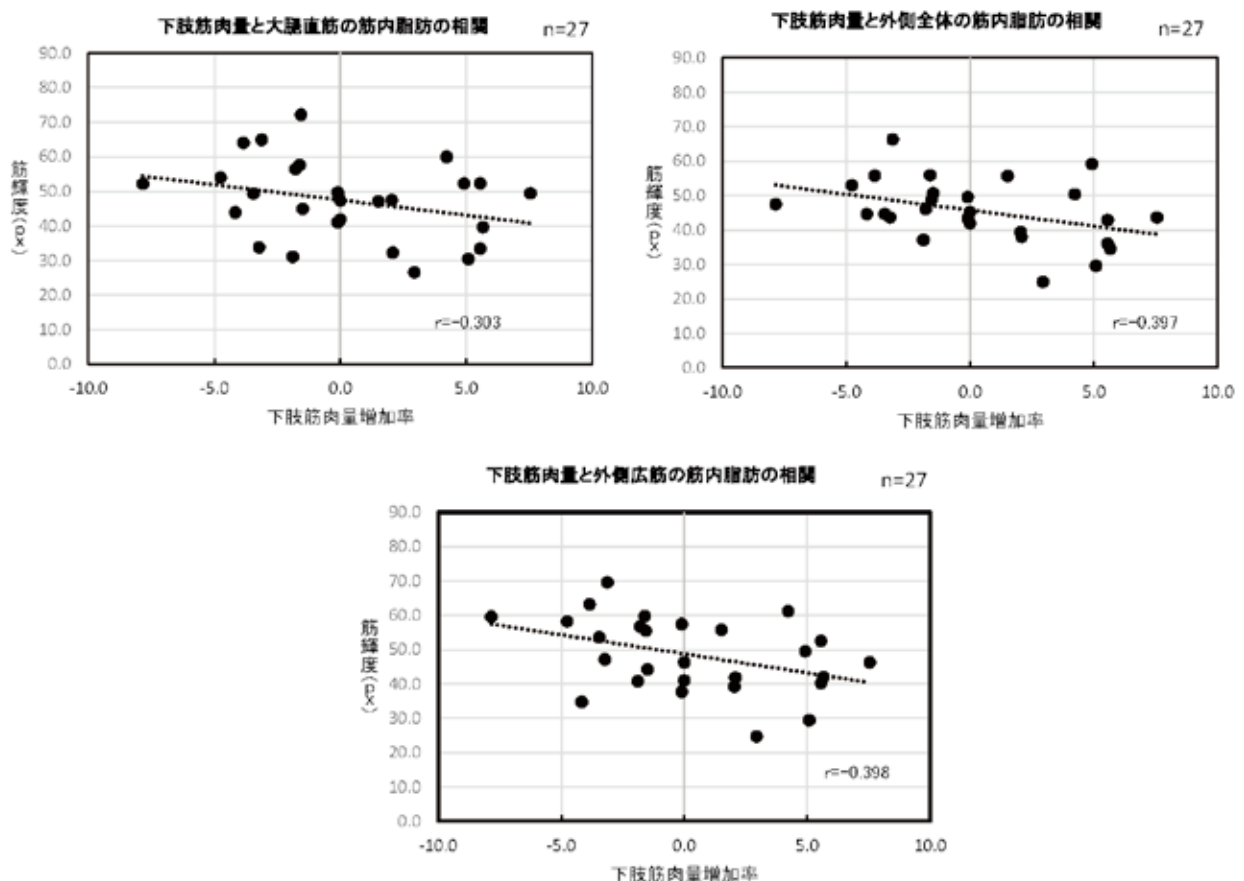


図 9. 下肢筋肉量と筋内脂肪量の相関関係

広筋で  $44.4 \pm 10.8\text{px}$ 、全体で  $48.3 \pm 9.6\text{px}$ 、外側広筋  $48.4 \pm 10.9\text{px}$ 、外側の中間広筋で  $36.3 \pm 10.0\text{px}$ 、外側全体で  $45.5 \pm 9.1\text{px}$  であった。1 年次と 4 年次で左下肢筋肉量が減少した群と増加した群で筋輝度を

比較したところ、左下肢筋肉量低下群の外側広筋の筋輝度は  $52.7 \pm 10.1\text{px}$ 、外側広筋と外側の中間広筋全体の合計は  $49.1 \pm 7.1\text{px}$  で、下肢筋肉量増加群の外側広筋は  $43.9 \pm 10.0\text{px}$ 、外側広筋と外側の中間広筋

全体の合計は  $41.6 \pm 9.7\text{px}$  であり、下肢筋肉量低下群の外側広筋、外側広筋と外側の中間広筋全体の筋内脂肪量が有意に高かった (図 8)。

その他の部位についても、下肢筋肉量低下群の大腿直筋の筋輝度は  $51.1 \pm 11.7\text{px}$ 、中間広筋は  $45.9 \pm 11.3\text{px}$ 、大腿直筋と中間広筋の合計は  $50.8 \pm 9.0\text{px}$ 、外側の中間広筋は  $39.3 \pm 8.1\text{px}$  で、下肢筋肉量増加群の大腿直筋の筋輝度は  $43.1 \pm 10.0\text{px}$ 、中間広筋は  $42.7 \pm 10.4\text{px}$ 、大腿直筋と中間広筋の合計は  $45.7 \pm 9.8\text{px}$ 、外側の中間広筋の合計で  $33.0 \pm 11.1\text{px}$  であり、下肢筋肉量低下群において筋内脂肪量が多い傾向にあった (図 8)。

下肢筋肉量と筋内脂肪量の間には、大腿直筋、外側広筋、外側広筋と外側の中間広筋全体で弱い負の相関がみられた (図 9)。

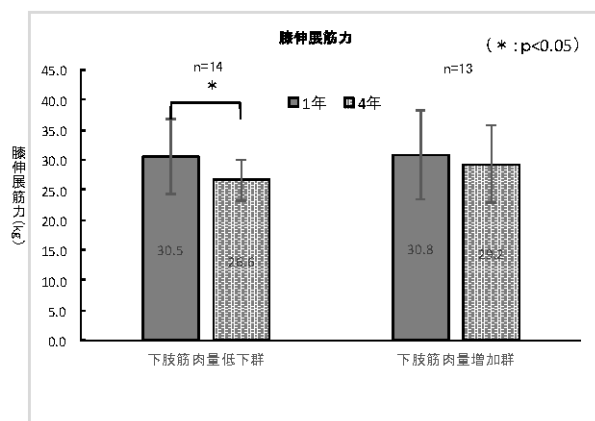


図 10. 1 年次と 4 年次の膝伸筋力の比較

また下肢筋肉量低下群、下肢筋肉量増加群の膝伸筋力を 1 年と 4 年次で比較したところ、下肢筋肉量低下群の膝伸筋力は 1 年次  $30.5 \pm 6.2\text{kg}$ 、4 年次  $26.6 \pm 3.4\text{kg}$  で、下肢筋肉量増加群では 1 年次  $30.8 \pm 7.4\text{kg}$ 、4 年次  $29.2 \pm 6.4\text{kg}$  であった。下肢筋肉量低下群の膝伸筋力は、下肢筋肉量増加群と比して有意に低下していた (図 10)。各群の膝伸筋力の減少率は、下肢筋肉量低下群は  $12.6 \pm 0.1\%$ 、下肢筋肉量増加群は  $4.9 \pm 0.6\%$  であった。

膝伸筋力低下群の筋輝度は外側広筋で  $49.4 \pm 11.7\text{px}$ 、中間広筋で  $47.1 \pm 7.9\text{px}$ 、大腿直筋と中間広筋の全体で  $50.9 \pm 7.7\text{px}$ 、外側広筋で  $51.5 \pm 9.0\text{px}$ 、

外側の中間広筋で  $38.2 \pm 11.1\text{px}$ 、外側広筋と外側の中間広筋全体の合計は  $48.3 \pm 8.3\text{px}$  で、膝伸筋力増加群の筋輝度は外側広筋で  $44.4 \pm 11.0\text{px}$ 、中間広筋で  $41.0 \pm 13.2\text{px}$ 、大腿直筋と中間広筋の全体で  $45.1 \pm 11.0\text{px}$ 、外側広筋で  $44.6 \pm 12.2\text{px}$ 、外側の中間広筋で  $33.9 \pm 8.3\text{px}$ 、外側広筋と外側の中間広筋全体の合計は  $41.9 \pm 9.2\text{px}$  であり、有意差はみられなかったものの膝伸筋力低下群の方が増加群に比べ筋内脂肪量が多い傾向にあった (表 2)。

膝伸筋力と筋内脂肪の間に相関関係はみられなかった。

表 2. 膝伸筋力低下群と増加群の筋内脂肪量の比較

	膝伸筋力低下群		膝伸筋力増加群		p値
	筋輝度 (px)		筋輝度 (px)		
	(平均値±SD)		(平均値±SD)		
大腿直筋	49.4	± 11.7	44.4	± 11.0	0.27
中間広筋	47.1	± 7.8	41.0	± 13.2	0.15
全体	50.9	± 7.6	45.1	± 11.0	0.11
外側広筋	51.5	± 9.0	44.6	± 12.2	0.10
中間広筋(外側)	38.2	± 11.1	33.9	± 8.3	0.28
全体(外側)	48.3	± 8.2	41.9	± 9.2	0.07

## 6) 身体活動レベルと筋肉量・筋力・筋内脂肪量

さらに、対象者を身体活動レベル別に群分けして筋肉量・筋力を比較すると、身体活動レベルが高い群の筋肉量は  $21.2\text{kg}$ 、筋力は  $31.9\text{kg}$  であり、身体活動レベルが低い群の筋肉量は  $20.2\text{kg}$ 、筋力は  $28.2\text{kg}$  であった。身体活動レベルが高い群は低い群に比べて筋肉量・筋力は高い傾向にあった (図 11)。

また、筋内脂肪量を身体活動レベル別に比較したところ、大腿直筋では身体活動レベルが高い群で  $38.9\text{px}$ 、身体活動レベルが低い群で  $47.9\text{px}$  であった。中間広筋では身体活動レベルが高い群で  $33.8\text{px}$ 、身体活動レベルが低い群で  $45.2\text{px}$  であった。大腿直筋 + 中間広筋では身体活動レベルが高い群で  $36.8\text{px}$ 、身体活動レベルが低い群で  $49.2\text{px}$  であった。外側広筋では身体活動レベルが高い群で  $35.2\text{px}$ 、身体活動レベルが低い群で  $49.5\text{px}$  であった。中間広筋 (外側) では身体活動レベルが高い群で  $32.9\text{px}$ 、身体活動レベルが低い群で  $36.6\text{px}$  であった。外側広筋 + 中間広



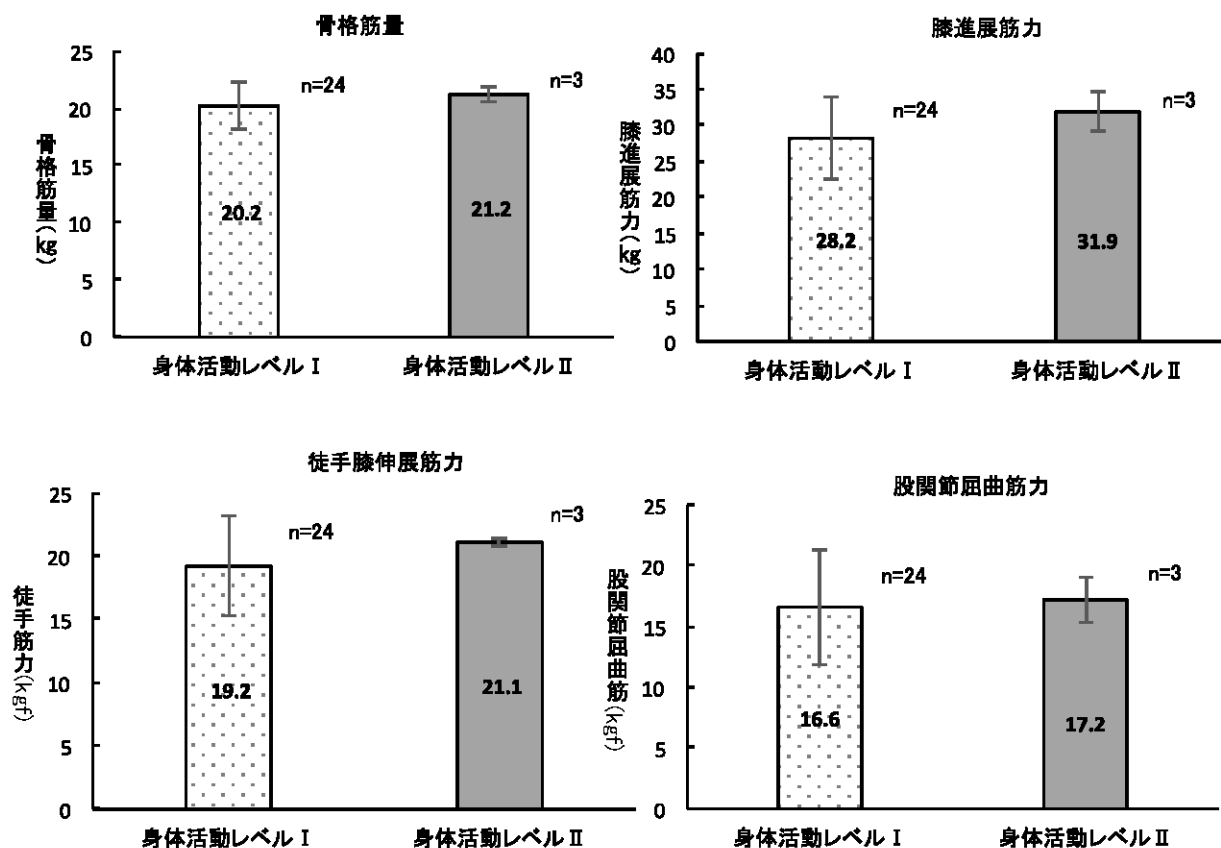


図 11. 身体活動量別筋肉量・筋力の比較

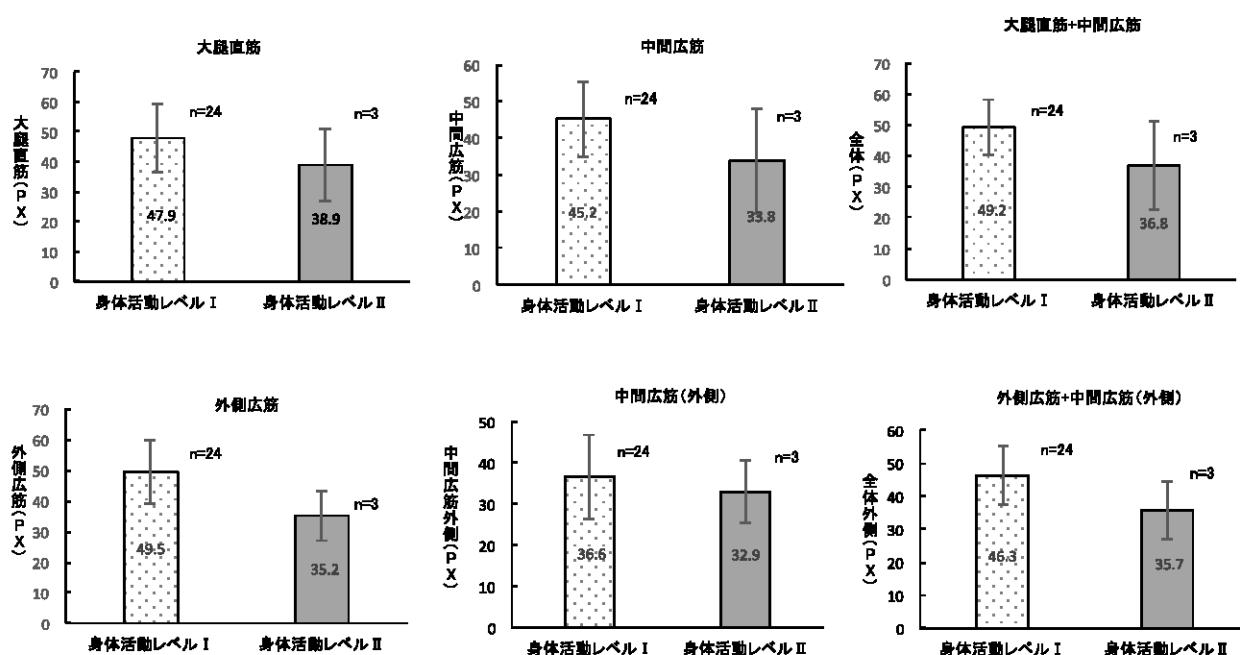


図 12. 身体活動量別筋内脂肪量の比較

筋（外側）では身体活動レベルが高い群で 35.7px, 身体活動レベルが低い群で 46.3px であった。身体活動レベルが低い群は高い群に比べ筋内脂肪量が多かった（図 12）。

## 考察

食事からの摂取エネルギー量を推定エネルギー必要量と比較すると、不足している者が多い結果となった。また炭水化物・脂質・たんぱく質摂取量をみても、炭水化物・脂質の摂取量は目標量に比べ充足しているが、たんぱく質の摂取量は不足していたため、今回の対象者は栄養バランスが悪い者が多い結果となった。三大栄養素の中で筋肉合成に必要なたんぱく質の摂取量に着目すると、たんぱく質摂取量が食事摂取基準（2015 年版）の推奨量以上の者が 44%であり、下肢筋肉量は、たんぱく質摂取量が推奨量以上の者で推奨量以下の者よりも多く、膝伸展筋力は推奨量以下の者より低い結果となった。一般的に筋肉量は筋力発揮のための主要な要因であると言われているが、今回の結果からは、筋肉量が多いから筋力が高いという結果には至らなかった。筋肉量を維持、増加させるためには食事は重要であるといえるが、摂取量が十分であることが筋力に反映されるとは一概にはいえないことが考えられた。また今回、食事からのたんぱく質摂取量が推奨量以上の群で筋肉量が多いにもかかわらず筋力が低かったこと、その一方で同群において筋内脂肪量が多い傾向にあったことから、筋力には、筋肉の質が関わっているのではないかと推察される。また、この筋肉の質の低下の要因は食事以外の要因も関係していると考えられる。

一方、1 年次から 4 年次の経年的に下肢筋肉量が低下している群と低下していない群の 2 群に分け、筋内脂肪量を比較したところ、4 年次で下肢筋肉量が低下している群の筋内脂肪量は、外側広筋・外側広筋と外側の中間広筋全体において下肢筋肉量増加群の筋内脂肪量と比較して有意に高かった。また他の測定部位からも下肢筋肉量低下群の方が下肢筋肉量増加群に比べ、筋内脂肪量が高い傾向であった。さらに、下肢筋肉量と筋内脂肪量の間に大腿直筋、外側広筋、外側広

筋と外側の中間広筋全体で緩やかな負の相関がみられた。これらのことから下肢筋肉量が経年的に低下している者では、筋内脂肪量が増える傾向にあるということが伺える。また、下肢筋肉量低下群と下肢筋肉量増加群の膝伸展筋力の 1 年次と 4 年次の減少率は、下肢筋肉量低下群は 12.6%、増加群は 4.9%で下肢筋肉量低下群は膝伸展筋力の減少者の割合が高いことが分かった。

さらに、身体活動レベル別に筋肉量・筋力を比較すると、身体活動レベルが高い群は低い群に比べて筋肉量・筋力は高い傾向にあった。また、筋内脂肪量を身体活動レベル別に比較すると、身体活動レベルが低い群は高い群に比べ筋内脂肪量が多かった。これらの結果から、運動不足が筋内脂肪蓄積に関与していることが考えられ、強度の高い活動をすることによって筋肉量・筋力は上昇し、筋内脂肪は低下すると考えられる。

今回の結果では若年期においても、身体活動量が低い群で下肢筋肉量や筋力の低下がみられただけでなく、筋内脂肪の蓄積もみられた。これまでの先行研究でも下肢の筋肉量は 20 歳代頃より加齢に伴い著明な減少がみられると言われており、体幹部筋肉量は中年期頃まで緩やかに上昇した後減少を示すとされている<sup>17)</sup>。一方、筋力トレーニングや持続的トレーニングにより筋内脂肪量が低下することも報告されている<sup>18)</sup>。以上のことより、若年期においても筋力、体力の低下を少しでも抑制するために、身体活動量を増やし、筋力トレーニングや持久力トレーニングを行う必要があると考える。

今回着目した筋内脂肪である異所性脂肪とは、本来ほとんど脂肪が存在していない非脂肪組織に過剰に存在している脂肪と言われている。異所性脂肪が存在する臓器は、脾臓、筋肉、肝臓、心臓である<sup>19)</sup>。これまでは筋肉量の低下により、高齢期における骨格筋量の減少や、身体機能の低下などの症例が挙げられている。実際に筋肉量の低下は筋力低下の主要因であるとされている。しかし最近の研究では、筋力は筋肉量だけでなく筋内脂肪量も関係していると言われており、筋肉の質が注目されている。異所性脂肪が蓄積する原因は加齢、栄養バランス、運動不足が関与するといわれており、加齢に伴う筋萎縮、筋内脂肪の増加が

原因で、高齢者では、若年者に比べ筋厚は減少し、筋輝度は上昇することが報告されている<sup>9)</sup>。そのため加齢による異所性脂肪の増加を抑制するためにも日頃の運動習慣が重要である。栄養面では、過栄養、高脂肪食が異所性脂肪蓄積の原因とされており、過栄養、高脂肪食は皮下脂肪蓄積や内臓脂肪蓄積が一定レベルを超えると、余ったエネルギーが異所性脂肪として蓄積されるといわれている<sup>19)</sup>。さらに運動習慣群と非運動習慣群では、筋厚や筋横断面積などの形態的な差はみられなかったものの、非運動群の筋内脂肪量が有意に高くなったという報告があり、運動習慣不足によって筋肉量、筋力が低下し、筋内脂肪の増加により筋肉の質が低下することが示されている<sup>20)</sup>。BMIや身体測定結果からわかる体脂肪率で評価が適正であっても、筋肉の質は低下している可能性があり、異所性脂肪が蓄積することでインスリン抵抗性が高くなり、糖尿病を発症することや<sup>19)</sup>、サルコペニアと筋内脂肪の増加が組み合わさることで筋力が著しく低下することも報告されている<sup>21)</sup>。ことから、筋内脂肪の増加が若年期における肥満や、将来的に高血圧やロコモティブシンドロームなどの生活習慣病の発症につながるものが懸念される。

今回の対象者では、若年期のうちから筋内脂肪の蓄積がみられた。また食事の面では対象者は過栄養、高脂肪食ではなく、エネルギー不足や栄養バランスが悪い者が多い結果となった。筋肉合成に関与するたんぱく質の摂取量の充足者でみると、筋肉量は多かったにも関わらず筋内脂肪の蓄積がみられた。運動面では従来言われている通り、身体活動量の低下が、筋肉量の低下や筋内脂肪の蓄積がみられた。このため、筋肉を維持・増強するためには適切な食事を摂取することが重要ではあるが、食事だけでなく運動を取り入れることも重要であることが伺えた。筋肉量を増加させ、筋肉の質の低下を抑制するためには、食事のみや、運動のみに偏ることなく、若年期のうちから食事、運動両方のアプローチをしていく必要があると考える。

本研究は、2016年度の仁愛大学共同研究助成を受けて実施した。

## 謝辞

本研究実施において、ご協力いただきました本学人間生活学部健康栄養学科5期生の皆様に深謝いたします。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省ホームページ：健康日本21（第二次）国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針。  
[http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryoku/kenkou/kenkounippon21.html](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/kenkou/kenkounippon21.html)
- 2) Nakamura K : A “super-aged” society and the “locomotive syndrome”. J Orthop Sci 13 : 1-2,2008.
- 3) 中村耕三：ロコモティブシンドローム－現状と他の生活習慣病との関連－. Jpn J Rehabil Med 49 : 579-585,2012.
- 4) 宮地元彦：メタボリックシンドロームを阻害する要因としてのロコモティブシンドローム. Jpn J Rehabil Med 49 : 600-603,2012.
- 5) 内閣府:H25年版高齢社会白書（全体版）. 高齢者の健康・福祉. 2014.  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/25pdf\\_index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/25pdf_index.html)
- 6) 厚生労働省：H25年国民生活基礎調査の概況. 介護の状況. 2014.  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/dl/05.pdf>
- 7) 帖佐悦男：ロコモティブシンドローム：運動器疾患を取り囲む新たな概念－ロコモ予防とリハビリテーション－. Jpn J Rehabil Med 50 : 48-54,2013.
- 8) Fukumoto, Y. et al : Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. Eur J Appl Physiol 112 : 1519-1525,2012.
- 9) 福元喜啓：超音波エコー輝度を用いた骨格筋内脂肪の評価. 理学療法学 41 : 559-561,2014.
- 10) 福元喜啓他：超音波画像診断装置を用いた骨格筋の量的・質的評価. 理学療法学 42 : 65-71,2015.
- 11) 厚生労働省：「健康日本21」最終評価の公表. 2011.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001r5gc.html>
- 12) 下方浩史他：ロコモティブシンドロームとサルコペニア. アンチ・エイジング医学 10 : 347-353,2014.
- 13) スポーツ庁：平成28年度体力・運動能力調査結果の概要.

- 体力・運動能力の加齢に伴う変化の傾向. 2017.  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k\\_detail/1396900.htm](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1396900.htm)
- 14) 佐々木敏：生体指標ならびに食事歴法質問票を用いた個人に対する食事評価法の開発・検証. 厚生科学研究費補助金がん予防等健康科学総合研究事業：「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価方法に関する研究（主任研究者：田中平三）総合研究報告書，10-44,2004.
- 15) 菱田明，佐々木敏 監修：日本人の食事摂取基準2015年版－厚生労働省「日本人の食事摂取基準（2015年版）」策定検討会報告書－. 第一出版，東京，2014.
- 16) 認定運動支援薬剤師ウェルネスファーマシストe-ラーニング講義資料  
<http://www.ime.or.jp/welness/index.html>
- 17) 谷本芳美，渡辺美鈴他：日本人筋肉量の加齢による特徴. 日本老年医学会雑誌 47：52-57,2010.
- 18) Wilhelm EN.et al.：Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. Exp Gerontol 60：207-214, 2014.
- 19) 上住聡芳他：骨格筋内脂肪の形成に寄与する間葉系前駆細胞の同定. 日本老年医学雑誌 48：99-103, 2011.
- 20) 寺本圭輔他：若年成人における運動習慣の有無が筋内脂肪蓄積に及ぼす影響. 愛知教育大学研究報告 65：39-44, 2016.
- 21) 池添冬芽他：加齢による筋力低下に対する Sarcopenia と筋内脂肪増加の影響. 体力科学 60：720, 2011.

## SUMMARY

In this study, we examined the effects of nutritional status and physical activity on quantitative / qualitative change of muscle and muscle strength in 27 female university students living in Fukui prefecture. The nutrition survey was conducted by using brief-type self-administered diet history questionnaire (BDHQ), and we assessed the changes in height, body weight, body composition and muscle quality for three years from the first to the fourth grades. The change of the muscle quality was evaluated by measuring the muscle echo luminance using an ultrasonic diagnostic imaging apparatus.

The accumulation of intramuscular fat was observed in the young generation this time. Regarding

diet, the subject is neither over nutrition nor taking high-fat diet, and many were inadequate energy intake and nutritional imbalance. Focusing on protein intake, the muscle mass of those who were satisfied with protein intake was higher than those who lacked protein intake, but the intramuscular fat mass was high and the muscle strength was low. Diet is important to maintain and increase muscle mass, but it was found that muscle strength does not reflect that adequate nutrition intake. Regarding exercise, as previously mentioned, a decrease in muscle mass and accumulation of intramuscular fat was observed due to a decrease in the amount of physical activity. These result showed that it's important to intake appropriate diet in order to maintain and enhance muscle but important to incorporate exercise as well.

In order to increase muscle mass and to suppress deterioration of muscle quality, we think that from the young age it is necessary to approach from both aspects of diet and exercise.