

日本人成人男女259名における大腿部筋群横断面積と筋力の年齢変化について

広島工業大学

佐藤 広徳

広島女子大学

三浦 朗

福場 良之

水戸病院

佐藤 美紀子

九州芸術工科大学

佐藤 陽彦

体力科学 第48巻 第3号 別刷

(平成11年6月)

日本人成人男女259名における大腿部筋群横断面積と筋力の年齢変化について

佐藤 広徳* 三浦 朗** 佐藤美紀子***
佐藤 陽彦**** 福場 良之*

A CROSS-SECTIONAL STUDY OF THE SIZE AND STRENGTH OF THE THIGH
MUSCLES IN SEDENTARY 259 JAPANESE ADULTS

HIRONORI SATO, AKIRA MIURA, MIKIKO SATO, HARUHIKO SATO and YOSHIYUKI FUKUBA

Abstract

Thigh muscle cross-sectional area (CSA) and maximum voluntary isometric strength of knee extensor and flexor muscles were measured in 97 men (20~65 years) and 162 women (20~69 years) in sedentary Japanese adults. Each subject was assigned to one of five age groups (3rd, 4th, 5th, 6th and 7th decade). Thigh muscle CSA was estimated by our developmental measuring system using an ultrasonographic device, which was connected to a PC for graphical processing. Muscle CSA for the 7th decade in men was significantly smaller than that for the 3rd decade. For women, muscle CSA were no significant from the 3rd to the 7th decade. The isometric knee extensor strength showed a significant decline with age from the 7th decade in men, whereas there was no significant change with age in women. Isometric strength of knee flexors in men showed a gradual decline from the 5th decade. The aging-associated reduction of muscle strength per muscle CSA in the extensors and flexors started from the 6th decade in men. It was concluded that the size and strength of the thigh muscles begin to decrease simultaneously by approximately the 6th decade in men, whereas there are no change until the 7th decade in women.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1999, 46 : 353~364)

Key words : Muscle cross-sectional area, Muscle strength, Ultrasonography, Aging

I. 緒 言

高齢社会を迎えた今日の日本において、高齢者が健やかな老後を送ることのできる環境づくりは社会的要請の一つである。高齢者が介助を受けずに自立した日常生活動作(Activity of Daily Living; ADL)を行うことができる最低限必要な体力とその水準、さらにそれらを維持するための具体的方策を示すことが我々に課せられた課題としてあげられる。現在、高齢者の体力を評価する方法とし

ては、明治生命厚生事業団によって開発・推奨されている高齢者生活体力測定法^{1,2)}といった、生活の実際に密着した方法が注目されているが、高齢者が自らの身体を支持、移動するという観点からは、骨格筋、特に下肢の骨格筋の形態・機能に対する基本的な理解や基礎的な資料の集積も、また同様に重要であると考えられる。

高齢者の筋力は、加齢に伴う顕著な低下が指摘されており^{3~6)}、その主な原因の一つとして筋量の減少^{7~9)}があげられている。12~20歳の日

*広島工業大学
〒731-5193 広島市佐伯区三宅2-1-1

**広島女子大学
〒734-8558 広島市南区宇品東1-1-71

***水戸病院
〒811-2221 福岡県糟屋郡須恵町旅石115

****九州芸術工科大学
〒815-0032 福岡市南区塩原4-9-1

Hiroshima Institute of Technology, 2-1-1, Miyake, Saeki-ku,
Hiroshima, 731-5193, Japan

Hiroshima Women's University, 1-1-71, Ujinahigashi,
Minami-ku, Hiroshima, 734-8558, Japan

Mito Hospital, 115, Tabiishi, Sue-machi, Kasuya-gun, Fukuoka,
811-2221, Japan

Kyushu Institute of Design, 4-9-1, Shiobaru, Minami-ku,
Fukuoka, 815-0032, Japan

本人男女を対象に Ikai & Fukunaga¹⁰⁾ が肘関節屈曲力と上腕部屈筋群横断面積の関係について報告しているように、高齢者に限らず、筋力と筋横断面積が密接な関係であることはいうまでもないことである。実際に高齢者を対象とした研究としては、Young et al.^{8,9)} や Overend et al.¹¹⁾ によって、大腿部筋群横断面積と膝関節伸展・屈曲力の関係について報告されている。

高齢者の骨格筋の形態や機能に関する基礎的な資料を収集する目的で、集団を対象とする調査的研究を行おうとしても、以前は生体の筋の構造に関する情報を得ることが容易ではなかった。生体の横断面情報を得る方法としては、超音波法^{8,9,12-14)}、CT法¹⁵⁻¹⁷⁾、MRI法^{11,18,19)} などがあげられる。CT法やMRI法は、鮮明な画像情報は得られるものの、非常に高価で、大規模な施設にしか設置することができず、また、CT法はX線照射にともなう身体への悪影響をめぐいされない。それに対して、超音波法は比較的安価で可搬性があり、しかも身体に対して無害であるが、市販されている超音波診断装置は臨床診断や皮下脂肪厚の測定などが主な目的なので、体肢の一部を撮影することは可能であるが、CT法やMRI法などのような完全な横断面画像を撮影することはできず、福永らの超音波円形コンパウンド方式による研究^{10,13,20-24)} のほかは、一般にその厚さのみが計測されてきた^{25,26)}。そこで我々は、コンパクトで持ち運びが簡単な市販の超音波診断装置を用い、フィールドにおいて体肢の完全な横断面画像を簡便に撮影する方法を開発した²⁷⁾。そのことによって、実験室に限らずフィールドにおいても生体の筋の横断面情報を容易に入手することが可能となった。高齢者の自立したADLを支えるために必要な筋の形態の把握のためには、各種の集団を対象としたフィールド調査が不可欠であると考えられる。前述のYoung et al.^{8,9)} や Overend et al.¹¹⁾ の研究は、65歳以上の高齢者を対象としたものであり、その予備軍である40歳代から60歳代にかけての日本人中年者の筋力と筋横断面積の関係についての報告は我々の知る限りこれまでに見受けられない。そこで本研究では、20

～69歳の日本人成人男女を対象に我々が開発したシステムを用いたフィールド調査を実施し、大腿部横断面積と筋力の測定を行った。その結果に基づいて大腿部筋群横断面積と筋力の加齢に伴う変化について検討を行った。

II. 方 法

A. 調査実施および被検者

調査は平成8年8月から平成10年8月の間に、広島県、福岡県および宮崎県の3県のボランティア集団7団体を対象に行い、実施場所はそれぞれの団体が居住する地域の集会所などであった。被検者は、いずれも日常、定期的に運動を行っていない男性97名(年齢:20～67歳)、女性162名(年齢:20～69歳)であり、男女とも10歳代ごとのグループに区分した。また、被検者の身体的特徴の概要を把握するためと大腿部横断面の撮影箇所を決定するために、生体計測とインピーダンス法(タニタ製 TBF-511)による体脂肪率の測定を行った。

B. 大腿部横断面積の測定

大腿部横断面積の測定は、我々が独自に製作した超音波体肢横断面画像撮影システム²⁷⁾ によって行った。システムの概略を簡単に説明する。このシステムは市販の廉価な超音波診断装置(誠鋼社製 SM-206)を組み込んだもので、その超音波の発現周波数は3.5 MHzであった。市販の超音波診断装置は、1回の撮影では大腿部の限られた範囲の画像しか得ることができず、全体像をとることができない。本機種の場合も1回の撮影では、縦9 cm、横7 cmの長方形の画像しか撮影できない。そこで、同一平面上で探触子(プローブ)を回転操作することができる水槽を自作し、大腿の周りから30°ごとに横断面の撮影を行い、得られた各画像(断片的な画像)に対して、パソコンを用いた画像処理を施すことで、大腿部横断面を合成する方法を考案した。なお、測定システムの再現性および精度については確認済みである²⁷⁾。

大腿部の撮影箇所は、福永²⁰⁾の方法と同様に大腿長の転子点から50%の位置とした。図1に示

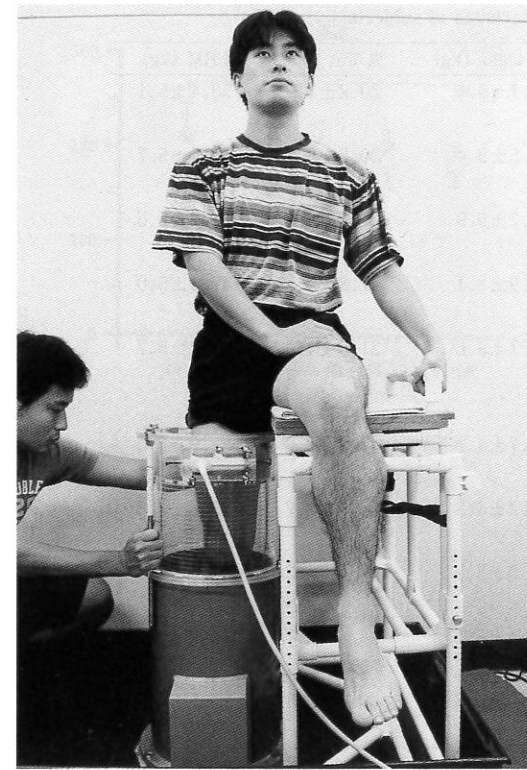


Fig. 1. Posture on ultrasonographic scanning.

したように、撮影時の姿勢は立位とし、この時、撮影しない側の臀部と大腿部を台上に置き、身体の動揺をできるだけ軽減させるようにした。撮影は、プローブを取り付けている水槽の上部の筒を30°ごとに撮影しながら1回転させるだけなので、1人当たりの所要時間は約2分であった。なお、本研究においては右脚の大腿部のみについて撮影を行った。

超音波体肢横断面画像撮影システムによって得られた大腿部の横断面画像(図2に例示)より、伸筋群および屈筋群を判別し、それぞれの横断面積をパソコンを用いて計測した。屈筋群は各筋の判別が困難であったためにハムストリングスに内転筋群を加えたものとした。

C. 等尺性最大筋力の測定

膝関節伸展および屈曲における随意等尺性最大筋力は、多用途筋力測定装置(ティアック社製)を



Fig. 2. Sample of ultrasonographic image of thigh.

用いて測定した。測定時の被検者の姿勢は、椅座位で、体幹および大腿をベルトで固定した。膝関節角度は90°とし、足首に巾45 mmの布製ベルトをかけ、その水平後方にストレインゲージ式ロードセルを連結して測定した。測定は、各被検者とも右脚についてのみ2回ずつ行い、大きな方の値を最大筋力とした。

D. 単位横断面積当たりの筋力

単位横断面積当たりの筋力は、測定された最大筋力をその張力を発揮させた筋群の横断面積で除すことで算出した。

E. 統計処理

測定値は、男女各年齢グループごとの平均と標準偏差で示した。年齢グループ間の比較には一元の分散分析を行って有意な場合、Scheffe's post hoc testを用いて多群間比較を行った。有意水準は5%とした。なお、これらの解析はすべてStat View for Window's, Version 4.5(ヒューリンクス社製)で行った。

III. 結 果

A. 被検者の形態的特徴

表1は被検者の形態的特徴を示したものであ

Table 1. Physical characteristics of subjects.

	Age	Body height (cm)	Body mass (kg)	% Fat (%)	LBM (kg)
Men	20~29 (n=49)	171.4±6.1	63.7±9.4	20.2±4.9	50.4±5.1
	30~39 (n=12)	169.4±5.8	61.5±9.4	20.9±3.8	48.4±5.7
	40~49 (n=14)	165.8±6.1	61.7±9.9	21.2±4.8	48.2±5.6
	50~59 (n=7)	159.8±4.8	65.9±8.1	27.8±4.8	47.4±5.0
	60~69 (n=15)	164.0±7.4	64.1±8.6	21.9±4.3	49.9±5.7
	Women	20~29 (n=64)	158.2±5.0	48.7±4.7	23.8±3.6
	39~39 (n=16)	160.4±5.0	53.2±4.8	25.9±3.7	39.3±3.3
	40~49 (n=20)	154.2±4.2	54.0±5.5	28.4±4.2	38.4±2.3
	50~59 (n=35)	152.9±4.5	52.5±6.1	28.6±4.7	37.2±2.7
	60~69 (n=27)	151.3±5.2	54.0±6.8	30.3±5.1	37.5±3.5

る。身長は、男性において50歳代(159.8±4.8 cm), 60歳代(164.0±7.4 cm)が20歳代(171.4±6.1 cm)より有意に小さく, また, 50歳代が30歳代(169.4±5.8 cm)より有意に小さかった。女性においては40歳代(154.2±4.2 cm), 50歳代(152.9±4.5 cm)および60歳代(151.3±5.2 cm)が20歳代(158.2±5.0 cm), 30歳代(160.4±5.0 cm)より有意に小さかった。体重は, 男性では年齢グループ間に有意な差はみられなかったが, 女性では40歳代(54.0±5.5 kg), 60歳代(54.0±6.8 kg)が20歳代(48.7±4.7 kg)より有意に大きかった。体脂肪率において, 男性では20歳代と50歳代の間のみ有意な差がみられ, 50歳代(27.8±4.8%)が20歳代(20.2±4.9%)より有意に大きかった。女性では40歳代(28.4±4.2%), 50歳代(28.6±4.7%)および60歳代(30.3±5.1%)が20歳代(23.8±3.6%)より, 60歳代が30歳代(25.9±3.7%)より有意に大きかった。除脂肪体重は男女ともどの年齢グループ間にも有意な差はみられなかった。

B. 大腿部筋群横断面積について

年齢グループごと的大腿部全横断面積(皮下脂肪+筋+骨), 大腿部筋群全横断面積(伸筋群+屈筋群)および膝関節伸筋群・屈筋群横断面積の平均と標準偏差を図3にプロットして示した。男女それぞれの年齢グループ間では, 大腿部全横断面積において男性は, 60歳代(179.8±23.8 cm²)が, 20歳代(211.2±34.1 cm²)より有意に小さかったが, 女性はどの年齢グループ間にも有意な差はなかった。大腿部筋群全横断面積において, 男性は60歳代(133.6±15.5 cm²)が20歳代(152.6±19.5 cm²)より有意に小さかったが, 女性は大腿部全横断面積と同様に各年齢グループ間に有意な差はみられなかった。膝関節伸筋群横断面積は, 男性においては60歳代(59.5±9.5 cm²)が20歳代(72.9±10.9 cm²), 30歳代(72.1±9.8 cm²)より有意に小さく, 女性では20歳代(54.8±8.5 cm²), 30歳代(56.5±8.4 cm²)と60歳代(47.7±7.9 cm²)の間に有意な差がみられ, 60歳代が20歳代, 30歳代より小さかった。膝関節屈筋群横断面積は, 男性では

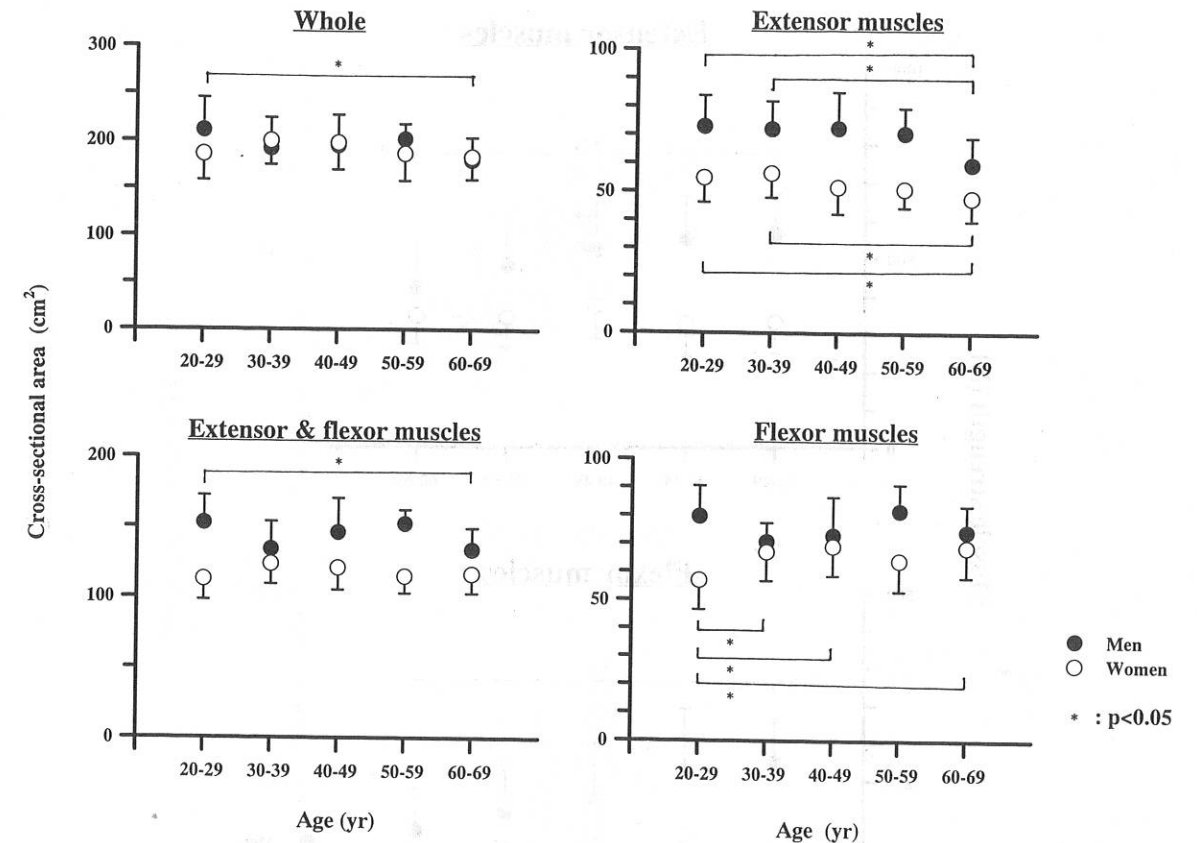


Fig. 3. Relationships between age and each area of the thigh in men and women.

どの年齢グループ間にも有意な差はみられず, 女性では20歳代が30歳代, 40歳代および60歳代より有意に小さかった。

C. 膝関節伸展・屈曲最大筋力について

図4は, 年齢グループごとの大腿部全横断面積・伸筋群最大筋力の平均と標準偏差をプロットしたものである。男女それぞれの年齢グループ間では, 膝関節最大伸展力において, 男性では60歳代(420.0±124.8 N)が20歳代(569.7±103.5 N)より有意に小さかったが, 女性では各年齢グループ間に有意な差はみられなかった。膝関節最大屈曲力において, 男性では60歳代(182.5±57.4 N)が20歳代(276.0±59.1 N)より有意に小さく, 女性では各年齢グループ間に有意な差はなかった。

D. 膝関節伸展・屈曲最大筋力と大腿部筋群横断面積の関係について

図5は, 被検者全員の膝関節伸展・屈曲最大筋力と大腿部筋群横断面積の関係を示したものである。伸展力と伸筋群横断面積, 屈曲力と屈筋群横断面積の相関係数は, それぞれ $r = 0.676$, $r = 0.497$ で有意な正の相関関係がみられた。

図6には, 単位横断面積当たりの筋力の加齢変化を示した。膝関節伸筋群における単位横断面積当たりの筋力は, 男性では各年齢グループ間に有意な差はみられなかったが, 女性では40歳代(7.2±1.8 N/cm²), 60歳代(7.3±1.5 N/cm²)が20歳代(6.1±1.5 N/cm²)より有意に大きかった。膝関節屈筋群における単位横断面積当たりの筋力は, 男性では60歳代(2.5±0.8 N/cm²)が, 20歳代(3.4±0.6 N/cm²)および30歳代(3.7±1.0 N/cm²)より有

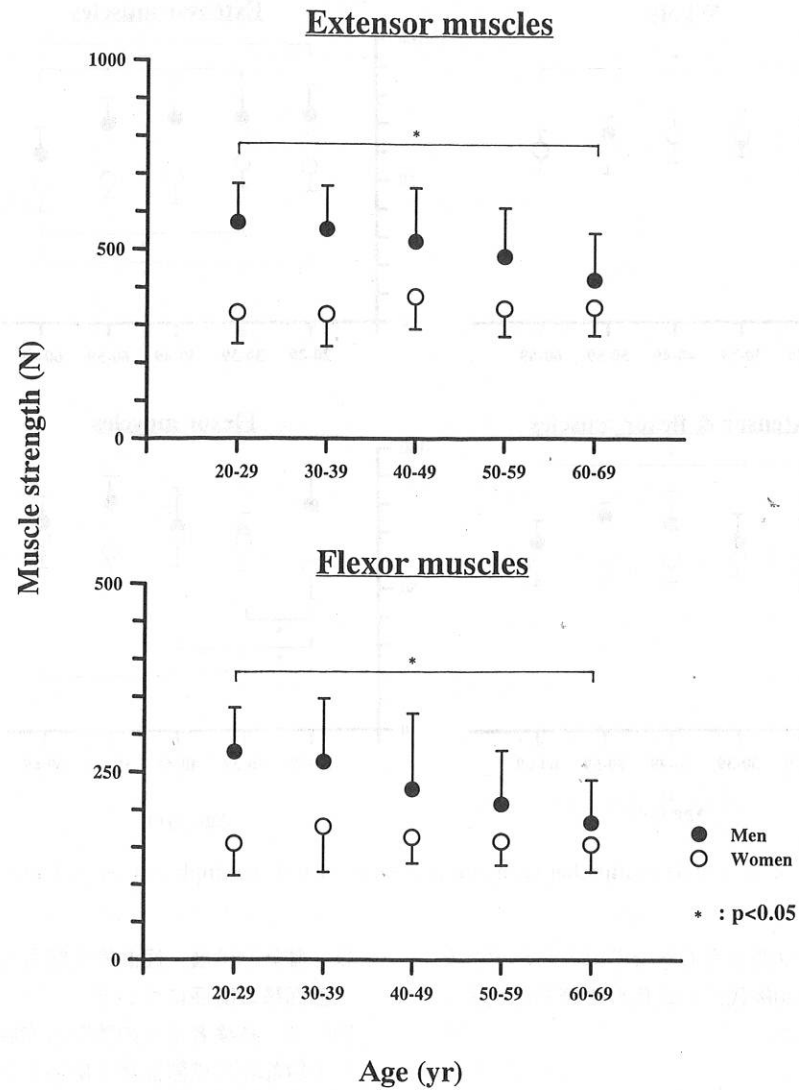


Fig. 4. Relationship between age and muscle strength of the knee extensors and flexors in men and women.

意に小さく, 女性では60歳代(2.2±0.4 N/cm²)が20歳代(2.4±0.8 N/cm²)より有意に小さかった。

IV. 考 察

A. 被検者の形態的特徴

各年齢グループごとの身長および体重の平均を日本人の体力標準値第四版²⁸⁾の値と比較してみると, 身長, 体重ともほぼ同じ値であり, 本研究における被検者は日本人のほぼ標準的な体格で

あったことが確認された。しかし, 従来は加齢とともに減少傾向を示すといわれてきた除脂肪体重に変化はみられなかった。

B. 大腿部筋群横断面積について

本研究における大腿部横断面画像は, 市販の超音波診断装置を用いて体肢の完全な横断面画像の撮影が可能な超音波体肢横断面画像撮影システム²⁷⁾によって撮影された。この超音波体肢横断

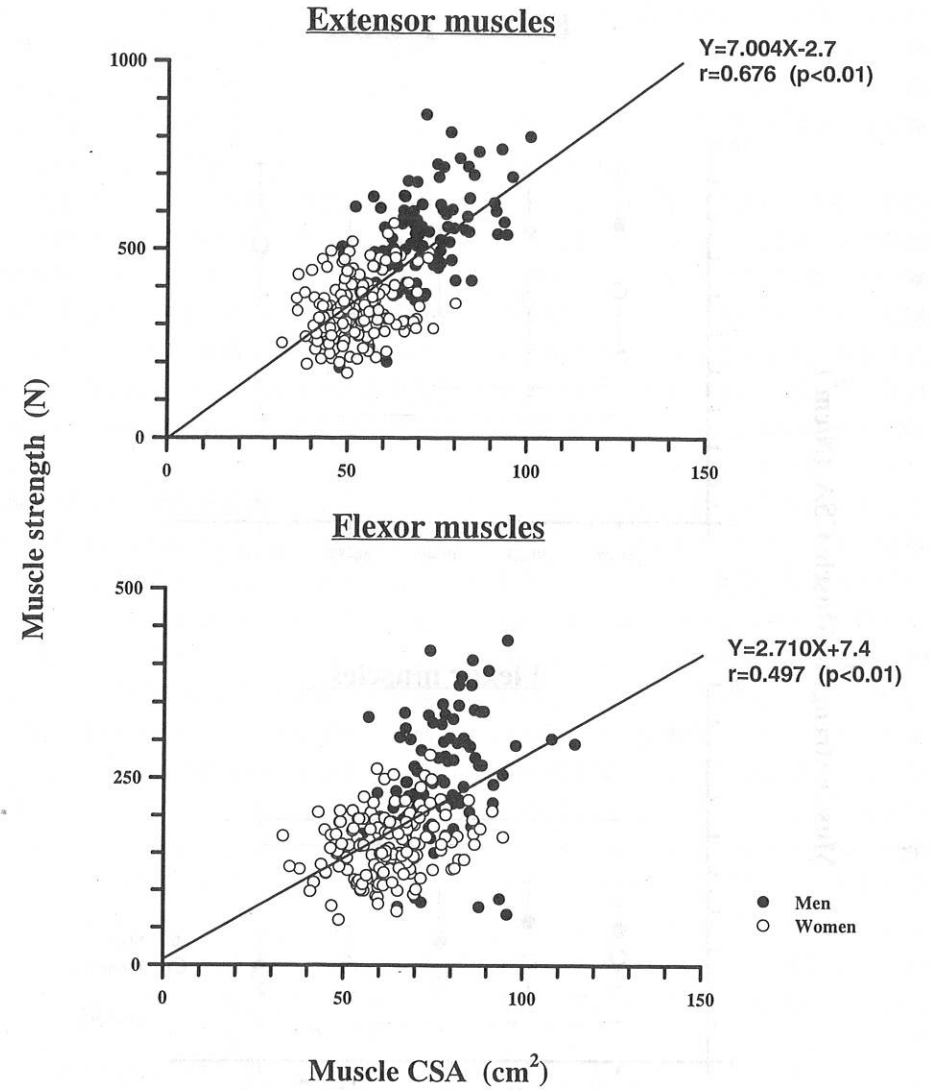


Fig. 5. Relationship between muscle strength and muscle CSA of the thigh in men and women.

面画像撮影システムは, CT 法や MRI 法などのように高価で, 特定の施設でしか得ることのできない生体の体肢横断面画像が, 比較的安価で簡便に入手することが可能であり, 本研究によって, フィールドで展開されるような集団を対象とした調査的な研究にも十分使用可能であることが確かめられた。なお, 本撮影システムの妥当性については, 同一被検者の同じ部位を1日以上の間隔を置いて2度撮影し, 皮下脂肪, 筋および骨の各組織横断面積測定の見直しについての検討と, 本撮

影システムと MRI で体肢の同じ部位を同一日に撮影し, それぞれの方法で測定された各組織横断面積についての検討を行い確認した。

福永と金久²¹⁾の加齢による筋横断面積の変化に関する報告によると, 20歳代から50歳代までの間では筋横断面積の明らかな減少は認められていない。本研究の結果も男女とも50歳代までは年齢による変化はみられず, 福永と金久²¹⁾の結果とほぼ一致していた。本研究の被検者には, 従来からいわれているような加齢に伴う明らかな除脂肪

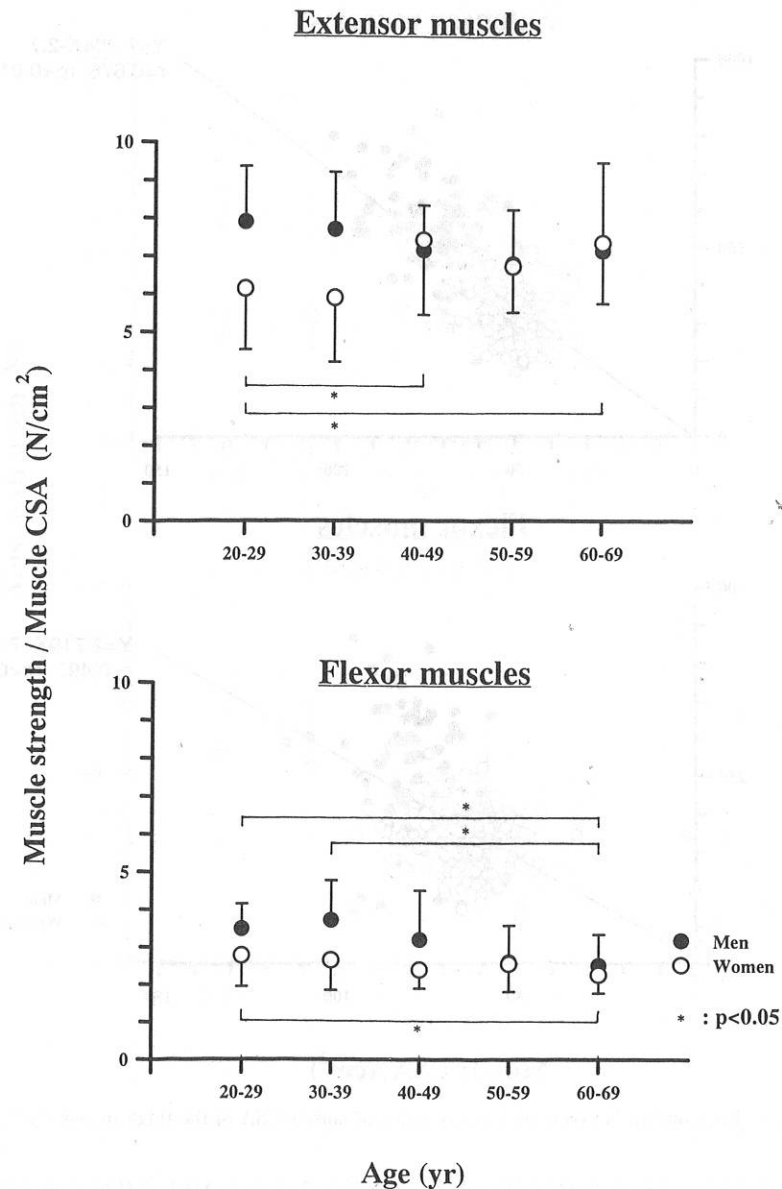


Fig. 6. Relationship between age and muscle strength per unit of muscle CSA of the thigh in men and women.

体重の低下はみられなく、このことが大腿部筋群横断面積に減少が現れなかった一因として考えられる。

福永と金久²¹⁾の報告は、大腿部筋群の全横断面積を用いたものであったため、安部と福永²⁵⁾は加齢に伴う筋の変化が部位によって違いがある

か否かについて検討するために、生後6ヶ月の乳児から80歳代までの男女被検者を対象に大腿前面・後面のそれぞれの筋組織厚を測定した。その結果、伸筋群は20歳代をピークに80歳代まで著しい低下を示すが、屈筋群は50歳代まで減少は認められず、それ以降に減少がみられ、年齢に伴う筋

の変化は部位によって異なることを報告した。そこで本研究でも筋横断面を膝関節伸筋群と屈筋群に分けて検討したが(図3)、膝関節伸筋群において男女とも20歳代から50歳代までは変化がみられなかったが、60歳代で減少傾向を示した。Lexell et al.⁷⁾はバイオプシーにより男性の外側広筋の加齢に伴う筋線維数や筋線維横断面積の変化を調べ、筋線維横断面積は24歳をピークにそれ以降は緩やかな減少を示し、50歳を過ぎると顕著な減少になったと報告している。筋線維横断面積の減少も本研究で行った大腿長の50%の位置での膝関節伸筋群横断面積の減少傾向もほぼ一致していた。

C. 膝関節伸展・屈曲最大筋力について

Larsson³⁾は、11~70歳の男性114名を対象に大腿四頭筋の等尺性最大筋力を測定し、筋力は30歳までは増大し、その後50歳までは変化がなく一定で、50歳を越えると低下がみられたと報告している。また、44歳から87歳までの女性106人の膝関節伸展・屈曲の等速性ピークトルクを測定した研究で、Calmels et al.⁴⁾は、筋力の低下が認められたのは60歳代からであったと報告している。このほかにも、最大筋力の加齢に伴う変化に関する研究は数多くあり、どの結果も筋力の低下は、50歳代から60歳頃に顕著になると報告しており、この点に関してはほぼ一致した見解を得ていると考えてよさそうである。本研究では、膝関節伸展力において男性は、先行研究の結果と同様に60歳代から低下がみられたが、女性は年齢による変化はみられなかった(図4)。また、膝関節屈曲力において男性は40歳代から減少する傾向がみられ、先行研究よりやや若い年齢から減少するという結果であった。

D. 膝関節伸展・屈曲最大筋力と大腿部筋群横断面積の関係について

膝関節伸展・屈曲最大筋力と大腿部の伸筋群・屈筋群横断面積の関係は、共に有意な相関関係が認められた。伸展・屈曲のそれぞれの相関係数をみると伸展の方が屈曲よりも大きい結果が得られた。この理由の一つとして、伸展の場合の筋横断

面積は伸展力を発揮させた大腿四頭筋を正確に評価できたが、屈曲の場合は、屈曲力を発揮させたハムストリングスに内転筋群を加えた横断面積で評価したために、その相関係数が低くなったものと考えられる。

Young et al.⁹⁾は、70歳代と20歳代男性を対象に行った膝関節伸展力と大腿四頭筋横断面積の研究で、膝関節伸展力は70歳代が20歳代よりも39%低下しているにもかかわらず、大腿四頭筋横断面積は25%の減少にすぎず、高齢者においては筋量より筋力の方が低下の程度の大いことを示した。すなわち、加齢に伴い筋量に比較して筋力の方が先行して低下する可能性を示唆した。本研究では、70歳代の被検者を確保することができなかったため、60歳代と20歳代男性で同様な比較を行って見たところ、膝関節伸展力の低下と大腿四頭筋横断面積の減少は、それぞれ27%と19%であり、Young et al.⁹⁾の結果と同様に筋力低下の方が大きいという結果が得られた。また、Young et al.^{8,9)}は単位横断面積当たりの筋力について20歳代男性は8.7 N/cm²、70歳代男性は7.1 N/cm²、20歳代女性は7.1 N/cm²、70歳代女性は6.9 N/cm²で、70歳代男性・女性と20歳代女性はほぼ同じ値で、それらは20歳代男性の値よりも約19%小さかったと報告した。本研究においては、20歳代男性が7.8 N/cm²、60歳代男性が7.1 N/cm²、20歳代女性が6.1 N/cm²、60歳代女性が7.3 N/cm²で、20歳代男女がYoung et al.^{8,9)}の結果よりはやや低い値であった。

Lexell et al.⁷⁾は加齢に伴う外側広筋の筋線維数や筋線維横断面積の減少を認め、筋量の減少が加齢に伴う筋力低下の主な原因の一つであると報告しているように、筋量の減少自体が筋力低下に大きな影響を及ぼすものと考えられる。しかし、本研究や先行研究の結果は単位横断面積当たりの筋力も、加齢とともに低下していくことを示している。すなわち、筋力と筋量の関係における加齢変化は、筋量よりも筋力の方が相対的に低下の程度が大きいことを意味している。したがって、加齢に伴う単位横断面積当たりの筋力の低下は、Lexell et al.⁷⁾が筋力低下の原因の一つとして報告

した筋量減少以外にもその原因がある可能性を示唆するものである。

Moritani & deVries²⁹⁾は67~72歳の高齢者に週3回の筋力トレーニングを8週間課した結果から、高齢者では18~26歳の若者に比較し、筋肥大よりも神経性因子の改善が筋力向上に大きく貢献することを報告した。この結果を考慮すると、加齢に伴う筋力低下には神経性因子の変化が関わっていることが推察される。Brown³⁰⁾は、加齢とともに運動単位数が減少すると報告しており、このような神経系の変化も筋力低下の一因となることが考えられる。さらには筋力発揮時の運動単位動員数の変化なども影響を与えていることが予測される。

Moritani & deVries²⁹⁾が報告しているようにトレーニングを行うことで筋力の増大がみられるということは、おそらく中高年者の日常生活における身体活動量減少などが神経系に何らかの影響を及ぼし筋力低下を引き起こしているものと考えられるが、本研究においては中高年者の日常生活活動量についての調査は行っていないのでこれ以上の考察はできない。今後は中高年者の生活習慣などをあわせて調査し、詳細に検討する必要があるものと考えられる。

本研究で単位横断面積当たりの筋力を求めるために用いた筋横断面積は解剖学的横断面積であり、より正確な単位横断面積当たりの筋力の算出には筋線維走行に対して直角な横断面の面積、すなわち生理学的横断面積を用いて求めなければならない。しかし、本研究のように集団測定を行うような研究においては簡便にしかも短時間で測定できることも大切な要素と考えられるので、本研究では筋力を解剖学的横断面積で除した単位横断面積当たりの筋力を用いてその加齢変化について検討を行った。

また、本研究においては20歳代男女の単位断面積当たりの筋力が先行研究の結果よりやや小さな値を示した。福永と金久²¹⁾は、1970年代と1980年代の20歳代男女の身体組成を比較しており、そのなかで身長伸びに応じた除脂肪組織の発達もたらされていないことや、部位は上腕ではある

が、筋横断面積も低下傾向にあることを指摘している。また、本研究における20歳代の膝関節最大伸展力は東京都立大学体育学研究室²⁸⁾より発表されているデータより男性で約14%、女性で約30%低い。今日の本邦においては急激な高齢化のために中高年者の体力レベルの把握が特に重要視されてきたが、これからは10歳代、20歳代の若者の体力レベルにも十分な注意を払う必要があるものと思われる。

V. 要 約

本研究は、日本人成人男女259名を対象に大腿部横断面の撮影と膝関節伸・屈曲における等尺性最大筋力測定の実地調査を行い、加齢に伴う大腿部筋群横断面積と筋力の変化について検討した。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 膝関節伸筋群横断面積は、男女とも60歳代で減少する傾向を示した。膝関節屈筋群横断面積は、男性は60歳代までは加齢による変化はほとんどみられなかったが、女性は20歳代が最も小さく、その他の年齢グループはほぼ同じだった。
- 2) 膝関節最大伸展力において男性は、60歳代で低下がみられたが、女性は年齢による変化はみられなかった。また、膝関節最大屈曲力において男性は40歳代から緩やかに減少する傾向がみられた。
- 3) 男性の大腿部伸筋群・屈筋群における単位横断面積当たりの筋力は40歳代頃から低下が始まることが示された。女性は伸筋群において20歳代、30歳代がやや小さく40歳代から60歳代までは変化しなかったが、屈筋群においては加齢とともに低下する傾向がみられた。

本研究の結果より、本邦の男性においてはすでに50歳代頃から筋の構造・機能の低下が始まる可能性が示されたが、女性は60歳代までは大きな変化は認められなかった。今後は、高齢者のみならず、高齢者予備軍である中年者にも筋機能低下防止のための運動処方を示すことが必要であり、そのことが将来にわたって高齢者の自立した日常生活獲得に貢献するものと考えている。

謝 辞

本研究の調査を実施するにあたって多大な協力をしていただいた正信会水戸病院副院長の増田住博先生、ひろしま社会保険センターの小田典子先生、三鼓秀夫先生および向井良文先生に心より感謝申し上げます。なお、本研究の一部は、平成7年度明治生命厚生事業団研究助成および平成9、10年度文部省科学研究費補助金(#09780100)によるものである。

(受理日 平成11年2月20日)

参 考 文 献

- 1) 種田行男, 荒尾 孝, 西嶋洋子, 北畠義典, 永松俊哉, 一木昭男, 江橋 博, 前田 明. 高齢者の身体的活動能力(生活体力)の測定法の開発, 日本公衛誌, (1996), **43**, 196-207.
- 2) 種田行男. 高齢者の生活体力評価, 高齢者の活動能力評価についての研究会編. 鳥取研究集会(日本公衆衛生学会総会)報告書. (1995), 13-24.
- 3) Larsson, L. Morphological and functional characteristics of the aging skeletal muscle in man. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.* (1978), **457**, 1-36.
- 4) Calmels, P., Vico, L., Alexandre, C. and Minaire, P. Cross-sectional study of muscle strength and bone mineral density in a population of 106 women between the ages of 44 and 87 years: relationship with age and menopause. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1995), **70**, 180-186.
- 5) Stanley, S. N. and Taylor, N. A. Isokinetic muscle mechanics in four groups of women of increasing age. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1993), **66**, 178-184.
- 6) Metter, E. J., Conwit, R., Tobin, J. and Fozard, J., L. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J. Gerontol.* (1997), **52** A, B267-B276.
- 7) Lexell, J., Taylor, C. C. and Sjiostrom, M. What is the cause of the aging atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J. Neurol. Sci.* (1988), **84**, 275-294.
- 8) Young A., Stokes M. and Crowe, M. Size and strength of the quadriceps muscles of old and young women. *Eur. J. Clin. Invest.* (1984), **14**, 282-287.
- 9) Young A., Stokes M. and Crowe, M. The size and strength of the quadriceps muscles of old and young men. *Clin. Physiol.* (1985), **5**, 145-154.
- 10) Ikai, M. and Fukunaga, T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int. Z. Angew. Physiol.* (1968), **26**, 26-32.
- 11) Overend, T. J., Cunningham, D. A., Kramer, J. F., Lefcoe, M. S. and Paterson, D. H. Knee extensor and

knee flexor strength: Cross-sectional area ratios in young and elderly men. *J. Gerontol.* (1992), **47**, M204-M210.

- 12) Weiss, L. W. and Clark, F. C. The use of B-mode ultrasound for measuring subcutaneous fat thickness on the upper arms. *Res. Quarterly Exerc. Sport*, (1985), **56**, 77-81.
- 13) 石田良恵, 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫. 超音波皮厚計の検討, 体力科学, (1985), **34**, 91-97.
- 14) 湯浅景元, 福永哲夫. Bモード超音波による皮下脂肪測定の正確度, 体力科学, (1987), **36**, 31-35.
- 15) Maughan, R. J., Watson, J. S. and Weir, J. Relationship between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, (1983), **50**, 309-318.
- 16) Hounsfield, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography). Part I. Description of system. *Brit. J. Radiol.* (1973), **46**, 1016-1022.
- 17) Hudash, G., Albright, J. P., McAuley, E., Martin, R. K. and Fulton, M. Cross-sectional thigh components: computerized tomographic assessment. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1985), **17**, 417-421.
- 18) Fukunaga, T., Roy, R. R., Shellock, F. G., Hodgson, J. A., Day, M. K., Lee, P. L., Kwong-Fu, H. and Edgerton, V. R. Physiological cross-sectional area of human leg muscles based on magnetic resonance imaging. *J. Othop. Res.* (1992), **10**, 926-934.
- 19) 久野譜也. MRIによるトッブアスリートの軟部組織, 整形外科, (1995), **46**, 983-989.
- 20) 福永哲夫. ヒトの絶対筋力, 杏林書院, 東京, (1978), 106-131.
- 21) 福永哲夫, 金久博昭. 日本人の体組成. 朝倉書店, 東京, (1990).
- 22) Kanehisa, H., Kondo, M., Ikegawa, S. and Fukunaga, T. Characteristics of body composition and muscle strength in college sumo wrestlers. *Int. J. Sports Med.* (1997), **18**, 510-515.
- 23) Kanehisa, H., Yata, H., Ikegawa, S. and Fukunaga, T. A cross-sectional study of the size and strength of the lower leg muscles during growth. *Eur. J. Appl. Physiol.* (1995), **72**, 150-156.
- 24) 角田直也, 金久博昭, 福永哲夫, 近藤正勝, 池川繁樹. 大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特長, 体力科学, (1986), **35**, 192-199.
- 25) 安部 孝, 福永哲夫. 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院, 東京, (1995).
- 26) Fukunaga, T., Abe, T., Ishida, Y. and Kondo, M. Subcutaneous fat and muscle distribution patterns in middle and old aged Japanese. *Therm. Biol.* (1993), **18**, 303-306.
- 27) 佐藤広徳, 福田 修, 辻 敏夫, 三浦 朗, 久野譜也, 佐藤陽彦, 福場良之. 超音波体積断面画像撮影システムの開発. 人間工学, (1998), **34**,

255-260.

28) 東京都立大学体育学研究室編. 日本人の体力標準値第4版. 不昧堂出版, 東京, (1989).

29) Moritani T. and deVries H. A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J. Gerontol.*

(1980), **35**, 672-682.

30) Brown, W. F. Methods for estimating numbers of motor units in biceps-brachialis muscles and losses of motor units with aging. *Muscle Nerve* (1988), **11**, 423-432.