

超音波Bモード法による下肢筋厚と体力テストとの関係 ～スポーツ健康科学実技Ⅰにおける 大学新入生男子を対象として～

一川大輔¹⁾, 山崎享子¹⁾, 安田智洋^{1),2)}

Relationship between lower extremity muscle thickness using
B-mode ultrasound and physical test in college students

ICHIKAWA Daisuke, YAMAZAKI Kyoko, YASUDA Tomohiro

Abstract

Introduction : It is well known that size and strength of skeletal muscle decreases with increasing age (sarcopenia), notably in the lower extremity muscles. Recent studies indicate that college students in Japan have low levels of physical activity, and that muscle strength for the lower extremity decreases every year. Therefore, physical tests for college students should be focused on size/strength of the lower extremity muscles. However, an appropriate physical test to evaluate lower extremity muscle size in college students has not been explored.

Aim : The purpose of this study was to examine the relationship between lower extremity muscle thickness and physical test results in male college students.

Methods : College freshmen from the faculty of science and engineering in Toyo University participated in the study (N=116). Ninety-eight healthy men (aged 18-21 years) had their muscle thickness measured by B-mode ultrasound (Voluson i, GE Healthcare) at 3 sites [anterior 50% and posterior 50% of thigh length (MTa and MTp) and posterior 30% of lower leg length (MTc)]. Isometric knee extension strength (KE), 30-second chair stand (CS-30) test, standing broad jump (SBJ), and one-legged standing with eyes closed (EC) were also measured.

Results : Physical characteristics [standing height (170.7 ± 4.7 cm), body mass (62.0 ± 7.0 kg), body mass index (BMI, 21.0 ± 2.2), MTa (52.0 ± 6.4 mm), MTp (57.0 ± 5.8 mm), MTc (65.9 ± 4.8 mm)] and physical test [MVC (40.4 ± 10.7 kg), CS-30 (33.0 ± 4.5 reps), SBJ (213.9 ± 18.7 cm), and EC (66.3 ± 35.1 sec)] were similar to standard values of the overall Japanese population for the same age group. KE was correlated with MTa ($r = 0.349$, $P < 0.01$) and MTc ($r = 0.311$, $P < 0.01$), but not with MTp ($r = 0.190$, $P > 0.05$). CS-30 test was correlated with MTa ($r = 0.209$, $P < 0.05$), but not with MTp or MTc ($r = 0.085$ and 0.040 , $P > 0.05$, respectively). There were no correlations between distance of SBJ and MTa ($r = 0.049$, $P > 0.05$), MTp ($r = 0.149$, $P > 0.05$) or MTc ($r = -0.031$, $P > 0.05$). There were no correlations between time of one-

1) 東洋大学スポーツ健康科学(川越キャンパス)研究室 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100

Sports and Health Science Laboratory, Toyo University, 2100 Kujirai, Kawagoe-shi, Saitama, 350-8585, JAPAN

2) 東京大学大学院医学系研究科22世紀医療センター

legged standing with EC and MTa ($r = -0.052, P > 0.05$), MTp ($r = 0.079, P > 0.05$) or MTc ($r = -0.111, P > 0.05$).

Conclusions : Our results indicated measurement of muscle size using B-mode ultrasound is a useful method for evaluating lower extremity muscle strength, and thus could play an important role in the physical testing of college freshmen for prevention of sarcopenia and maintaining a future active life.

Key words : Sarcopenia, lower extremity muscle thickness, physical test

I. 研究の背景

東洋大学スポーツ健康科学（川越キャンパス）研究室は、2013年のカリキュラム変更に伴い、これまでの体育実技科目名をスポーツ健康科学実技Ⅰとスポーツ健康科学実技Ⅱと変更し、さらに授業内容の改編を行った。スポーツ健康科学実技Ⅰでは、身体機能に関わる測定評価を加えることで、学生自身が現状を把握した上で、実際の運動学習に移行する授業形式とし、スポーツ健康科学実技Ⅱとの相違点を明確にした。

1992年の大学審議会の答申を基に大学設置基準が大綱化された直後、多くの大学の教養部が廃止・解体された（松田ほか、2012）。それまでは、教養教育の全人教育としての側面を如実に示すものとして、体育を教養科目の必修科目にしている大学も殆どであった。一方、東京大学教養学部では、ローマの詩人ユウェナリスの詩を出所とする「健全なる精神は健全なる身体に宿れかし」の理念に基づき、現在も教養教育を理念の中心に据え、1年生は「身体運動・健康科学実習」を必修科目とし、2年生次までの前期教養課程の成績如何によっては、学生自身が希望する専門課程に進学できないシステムを採用している（斎藤、2013）。

一方、本学におけるスポーツ健康科学分野の履修者は、この大綱化後も必修・選択科目の有無に関わらずその履修者数は大きく減少することなく、2013年春学期において本学全体で2714名（白山キャンパス1208名、朝霞キャンパス346名、川

越キャンパス1019名、板倉キャンパス141名）が自主的な選択のもと受講している。これは、初等教育から高等教育までに受講したであろう体育科教育の普遍的な有用性を学生自身が理解していることに他ならないといえる。

公益社団法人全国大学体育連合を中心とし、各主要大学では大学保健体育教育に関する教育的価値の検証に対する学術的研究が行われ、その効果が数多く報告されている（松田ほか、2012）。この身体運動の効果として、生理学的な変数を改善することだけでなく、特に近年は精神的健康を目指すような運動実践が行われている。その効果を示す学術的研究結果として、週1回の体育実技が感情状態のうち快感情点が運動後に有意に増加すること（内田・神林、2006）、また特性不安を軽減すること（山津・堀内、2010）、さらに運動自己効力感を高めることが報告されている（荒井ほか、2009；荒井・竹中、2010）。

一方、スピード（Speed）、アジリティ（Agility）、クイックネス（Quickness）に代表されるSAQ能力は、体育実技受講者のうち過去の運動経験と関連が高く、特に運動を大学入学後も継続している場合にその評価が高いことが明らかとなっている（角南ほか、2009）。また、週1回の大学体育授業においてSAQトレーニングを取り入れると下肢筋群を中心とした敏捷性能力が有意な向上を示すことが報告されている（山本・木村、2011）。

特に筋力トレーニングに特化した体育実技科目を実施した場合、筋力の1回限りの最大値（1

RM: Repetition maximum) が10%程度向上することが報告されている(林・宮本, 2009)。また, 東京大学前期教養課程での身体運動・健康科学実習において, 入学時と1年次終了時に実施されている体力テストの結果を約30年間分析した報告書によると, 腕立て伏せの最大反復回数が, 1年後には約5回程度増加する傾向にあることが示されている(東京大学身体運動科学研究室, 2009)。一方, 下肢筋力の指標である垂直跳は1年後もその数値は増加せず, さらに1990年代の東京大学学生の平均値を最高として, その平均値は現在まで漸減していることが報告されている(東京大学身体運動科学研究室, 2009)。

この体力テストの結果から, 上肢の筋力と筋持久力の改善は容易であるが, 一度, 大学受験等による生理学的な不活動(心拍数が安静レベルを超えない程度の活動)を経て一旦低下した下肢筋力は, 約1年間の運動活動では回復することが難しいことを示唆する。また, この傾向は, 加齢の影響により下肢筋力が上肢筋力よりも早く低下することを明らかにした研究結果と一致するといえる(Hunter et al., 2000)。

また19歳代を境に, 文部科学省が公表している体力テストの数値は一定の割合で低下し続けることが報告されている(文部科学省スポーツ・青少年局スポーツ振興課, 2012)。一方, 大腿部前面の筋組織厚(筋厚)は, 30歳代初期から低下することが明らかとなっている(安部・福永, 1995)。つまり, 生理学的なサルコペニア(加齢性筋萎縮症)による筋組織萎縮が始まる前段階である大学新入生の時点で, 既に初期の運動機能低下が進行していることが推察される。

近年, 下肢筋量を評価する指標として, 非侵襲的検査方法である超音波Bモード法を用いた筋組織厚(筋厚)測定が簡易に行えるようになった。超音波Bモード法とは, 超音波パルスを生体内に

入射し, 組織に反射し戻ってくる超音波パルス(エコー)をリアルタイムの断層像として表示し, 組織の形状や性状を知るための装置である(熊谷, 2011)。この測定法は, 理学療法の分野において, 高齢者の歩行能力と立ち上がり能力, さらに転倒予防に最も寄与すると考えられる大腿四頭筋(大腿部前面)の筋厚測定に頻繁に臨床上利用され, その下肢筋力との関連性についても多く報告されている(大淵ほか, 2009; 江崎ほか, 2010; 村田ほか, 2009)。

以上の理由から, 新入生に対する運動介入を含む体育実技は, 将来的な加齢によるサルコペニア対策に有効と考えられる。それゆえ, 超音波測定装置を用いた下肢筋厚測定を用い, 新入生の下肢筋群を中心とした生理学的特徴を正確に把握する必要性があると考えた。

II. 目的

本研究は, 超音波Bモード測定装置により大学新入生男子の大腿部と下腿部の筋組織厚(筋厚)から筋量を評価し, さらに下肢筋力に特化した体力テストとの関係性を検討した。これらの分析から, 新入生の下肢筋群に関する生理学的特性を得ることを目的とした。

III. 方法

1. 被験者

東洋大学川越キャンパスにて, スポーツ健康科学実技Iを履修する健康な大学新入生男子116名を対象とした。被験者は健康診断において特別な異常が認められないものとした。被験者には, 予め実験内容を十分説明し, 同意が得られる場合に同意書に署名・捺印し, 測定評価に参加してもらった。なお, 本研究は, 東洋大学生命科学部・総合情報学部・理工学部の「ヒトおよびヒト由来物質を対象とした研究に関する倫理指針」(承認

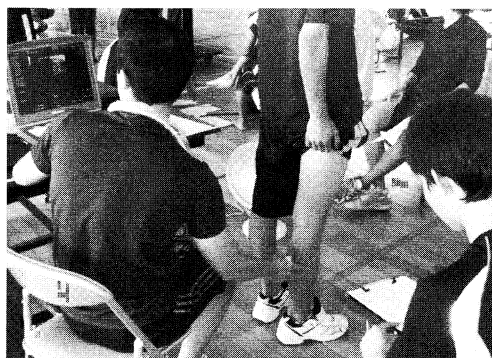


図1 超音波Bモード法による筋厚の測定

番号：2012-R-05)に基づいて計画されている。本実験に使われる測定手法は、全て非侵襲型測定であり、被験者にはこの実験への参加は強制ではなく、一旦引き受けても途中で辞退できることを伝えた。また測定中に体調が悪くなる場合には、中止できることを説明した。

2. 測定項目

(1) 身体特性の測定

身体特性として身長・体重を測定し、体格指数(BMI: Body mass index)を算出した。また、血圧計(デジタル自動血圧計, HEM-1040, オムロン社製)を用い、安静時座位の姿勢で上腕の位置を心臓の高さと同じにした状態で、収縮期血圧・拡張期血圧を測定した。

(2) 右脚の筋厚・体肢長・周径圍の測定

右脚膝蓋骨中点と大転子および外踝中点の位置を特定し、大腿長・下腿長を測定した。その後、大腿長の遠位50% (大腿部50%部位, 大腿直筋上および半膜様筋上)において大腿部周径圍を測定し、右脚膝蓋骨中点から下肢長全体に対する30%遠位(下腿部30%部位, 腓腹筋外側頭上)において下腿部周径圍を測定した(宮谷ほか, 2003)。

筋組織厚(筋厚)は、先に測定した大腿長の50%部位において、超音波Bモード測定装置(Voluson i, GE Healthcare 社製)を用い、大腿部



図2 膝関節伸展筋力の測定

前面筋厚(MTa: Muscle thickness of the anterior thigh)と大腿部後面筋厚(MTp: Muscle thickness of the posterior thigh)の2箇所を計2回ずつ測定した。また下腿長30%部位において、下腿部後面筋厚(MTc: Muscle thickness of the calf)を計2回ずつ測定した(図1参照)。その後、記録された超音波断層画像は、画像解析ソフト(Image J 1.46r, National Institute of Health 製)を用い、筋厚をmm単位で算出した。なお、超音波Bモード測定法における測定精度および再現性については、MRI法での筋断面積と筋体積を比較した先行研究により確認されている(熊谷, 2011; Miyatani et al., 2000; Miyatani et al., 2001; Miyatani et al., 2004)。

(3) 体力テスト

膝関節伸展筋力(片脚用筋力測定台, T. K. 5715, 竹井機器工業社製)を右脚のみ各自2回ずつ測定した(図2参照)。また、踏み台昇降テスト用の踏み台(高さ40cm)を利用し、30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30: 30-s chair stand test)による筋力の測定を各自2回ずつ測定した(中谷ほか, 2002a; 中谷ほか, 2002b; Jones et al., 1999)。さらに立幅跳, 閉眼片足立ち時間,

表1 被験者の身体特性

人数 (人)	98
年齢 (歳)	18.3±0.7
身長 (cm)	170.7±4.7
体重 (kg)	62.0±7.0
BMI (kg/m ²)	21.0±2.2
収縮期血圧 (mmHg)	114.5±11.9
拡張期血圧 (mmHg)	69.3±10.0

平均値±標準偏差, BMI: Body mass index

表3 下肢筋力および体力テストの結果

膝関節伸展筋力: 右脚 (kg)	40.4±10.7
立幅跳: 両脚 (cm)	213.9±18.7
CS-30: 両脚 (回)	33.0±4.5
閉眼片足立ち時間: 右脚 (秒)	66.3±35.1
握力: 右手 (kg)	40.0±5.6

平均値±標準偏差, CS-30: 30-s chair stand test

表2 右脚の筋厚・体肢長・周径囲

大腿部前面筋厚 (MTa) (mm)	52.0±6.4
大腿部後面筋厚 (MTp) (mm)	57.0±5.8
下腿部後面筋厚 (MTc) (mm)	65.9±4.8
下肢筋厚合計値 (MTtot) (mm)	174.8±12.2
大腿長 (cm)	40.2±1.5
下腿長 (cm)	39.6±1.5
大腿部50%部位周径囲 (cm)	50.5±4.0
下腿部30%部位周径囲 (cm)	36.3±2.2

平均値±標準偏差

MTa: Muscle thickness of the anterior thigh

MTp: Muscle thickness of the posterior thigh

MTc: Muscle thickness of the calf

MTtot: Total amount of MTa, MTp, and MTc.

表4 右脚の筋厚と体力テスト結果の相関係数

	膝関節伸展筋力	立幅跳	CS-30	閉眼片足立ち時間	握力
大腿部前面筋厚 (MTa)	0.349**	0.049	0.209*	-0.052	0.259*
大腿部後面筋厚 (MTp)	0.190	0.149	0.085	0.079	0.112
下腿部後面筋厚 (MTc)	0.311**	-0.031	0.040	-0.111	0.263**
下肢筋厚合計値 (MTtot)	0.395**	0.084	0.165	-0.034	0.292**

**P<0.01, *P<0.05

握力 (デジタル握力計, T. K. K. 5401, 竹井機器工業社製) (右手) の測定を2回ずつ測定した。

3. 統計処理

測定値は, 全て平均値±標準偏差で示した。各指数の対応関係は, Pearsonの積率相関係数分析を用い, 有意差検定には対応のあるt検定を用いた。なお, 統計学的有意水準は5%以下とし, 全ての統計処理は, IBM SPSS Statistics Version 21を用いた。

IV. 結果

表1に被験者の身体特性を示した。被験者は116名であったが, 既往症等に配慮した結果, 全ての測定項目を遂行できたものは, 98名であっ

た。表2に, 右脚の筋厚と体肢長および周径囲を大腿部と下腿部それぞれに示した。なお, 下肢筋量総和の指標として, 先行研究 (船津ほか, 2013) に習い, 筋厚3部位の合計値であるMTtot (Total amount of MTa, MTp, and MTc) を算出した。表3には, 下肢の最大筋力を評価する項目として膝関節伸展筋力 (右脚) と立幅跳 (両脚) の平均値を示した。また繰り返し運動による下肢筋力を評価するCS-30 (両脚) と下肢のバランス指数を評価する閉眼片足立ち時間 (右脚) の平均値を示した。さらに全身最大筋力の指標として, 握力 (右手) の平均値を示した。

表4には, 右脚の筋厚と体力テスト結果の相関係数を示した。その結果, MTaと膝関節伸展筋

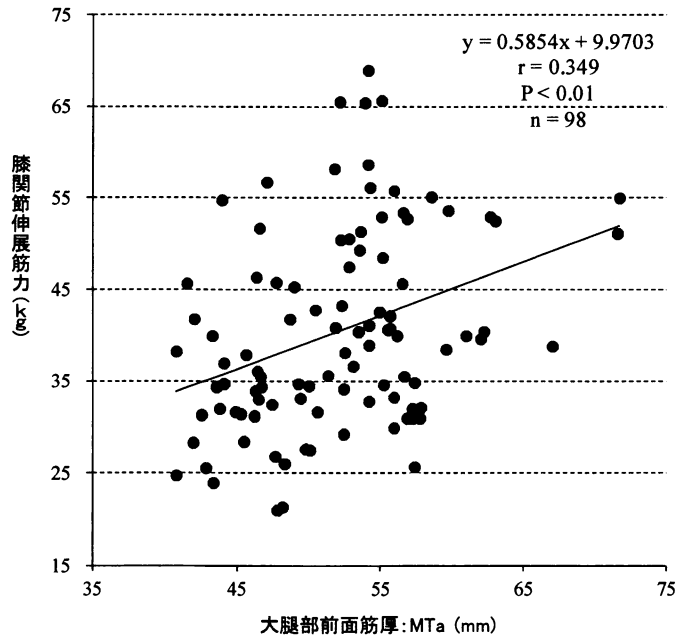


図3 大腿部前面筋厚と膝関節伸展筋力との関係

力の間には有意な相関関係が認められた ($r=0.349$, $P<0.01$, 図3)。またMTaとCS-30 ($r=0.209$, $P<0.05$), MTaと握力 ($r=0.259$, $P<0.05$) の間に有意な相関関係が認められた。一方, MTpは, 5項目いずれの体力テストとも相関関係が認められなかった。また, MTcと膝関節伸展筋力 ($r=0.311$, $P<0.01$), MTcと握力に有意な相関関係が認められた ($r=0.263$, $P<0.01$)。さらにMTtotと膝関節伸展筋力 ($r=0.395$, $P<0.01$), MTtotと握力との間に有意な相関関係が認められた ($r=0.292$, $P<0.01$)。なお, 全ての筋厚の平均値と立幅跳および閉眼片足立ち時間の間には, 有意な相関関係は認められなかった。

V. 考察

本研究の結果, 大学新入生男子 (平均年齢 18.3 ± 0.7 歳) の筋組織厚 (筋厚) 測定により, 下肢筋量を評価し, 体力テストとの関係性を明らかにすることができた。その結果, MTaとMTpの平

均値を比較すると, MTpの方が有意に高い傾向を示した ($P<0.05$)。これは, 男性20歳代 (51名) と男性70歳代 (51名) を比較した研究 (宮谷ほか, 2003), および女子短期学生322名の筋厚を測定した研究と同様の傾向であり (楠原ほか, 2010), 授業内における測定の正確性を示すものと考えられた。

オーストラリア成人女性 (20歳~89歳) の217名を対象とし, 加齢による膝関節伸展筋力低下を調査した研究では, 20歳代女性の膝関節伸展筋力の平均値は, 70歳代となると約50%低下することが報告されている (Hunter et al., 2000)。女性は, サルコペニアによる大腿部の筋量低下が男性よりも著しいため (川上, 2010), 女性高齢者を対象とした大腿部筋厚と膝関節伸展筋力の関係性を調査した研究が多い (大淵ほか, 2009; 江崎ほか, 2010; 村田ほか, 2009)。本研究の結果, 新入生男子の場合, 下腿部後面の筋厚とも相関関係が強いことが明らかになった。これは, 一般大学生の場合, 大腿部後面のハムストリングスや内転

筋群の強化はなされていないことから、下腿部の筋量で膝関節伸展筋力を補償して下肢筋力を維持しようとする傾向があるのではないかと考えられた。

立幅跳の記録は、文部科学省の体力テスト報告によると19歳でピーク値を迎え、20歳代から30歳代、30歳代から40歳代において、約10cmずつ漸減することが明らかになっている。本研究において、立幅跳と筋厚4項目の関係性を調べたところいずれも相関関係が認められなかった。一般的に立幅跳は、下肢筋力を評価する上で有益な指標であると考えられ、体力テストの項目として古くから用いられている。しかしながら、立幅跳は、垂直跳のように垂直方向への1次元の運動ではなく、垂直方向と水平方向の2次元運動であり、複雑な運動スキルを必要とすることは良く理解されていない(比留間・植屋, 2007)。また立幅跳は、柔軟性や四肢の協応性、さらには大殿筋とハムストリングスを中心とした伸張—短縮サイクル(Stretch-Shortening Cycle: SSC)と両腕の振り込み動作も必要なことから、単なる下肢の筋量増大のみで記録が変化する運動様式ではない。以上の理由から、下肢の筋厚のいずれとも相関関係が認められなかったと推察された。

30秒椅子立ち上がりテスト(CS-30: 30-s chair stand test)は、膝関節伸展運動の主動筋である大腿四頭筋の筋力を評価する手法であり、もともと高齢者の下肢筋力を安全に評価するために開発された体力テストである(Jones et al., 1999)。CS-30を用い、60歳代から80歳代における76名を調査した研究によると、その反復回数は年齢層に応じて漸減するが、High active群(週3回以上の運動習慣がある群)はLow active群(適切な運動習慣がない群)よりも反復回数が有意に高いことが示されている(Jones et al., 1999)。また、60歳代から80歳代における209名のCS-30を調査し

た研究では、その反復回数と膝関節伸展筋力には有意な相関関係が認められている(中谷ほか, 2002a)。

さらに、虚弱高齢者の場合は、繰り返しの立ち上がり運動が困難な場合があるため、10秒椅子立ち上がりテスト(10-sec Chair Stand test for Frail Elderly: Frail CS-10)を用い運動時間をより短縮した評価(Time protocol)(村田ほか, 2010)や、5回立ち座りテスト(Modified Five-repetition Sit-to-Stand Test: SS-5)のように運動課題に対する所要時間(Number of stands protocol)で評価する場合がある(牧迫ほか, 2008)。

若年者に対するCS-30の適用は、各年齢層に共通する体力テストとして期待が出来るが、30歳代から50歳代のデータはこれまでに示されておらず、20歳代を調査した研究も1件しかない(中谷ほか, 2002b)。しかも、その研究の被験者数(男性21名)は極めて少なく、筋量との関係性も示されていない。本研究による新しい知見として、新入生のCS-30は、MTaと有意な相関関係が認められ、大腿部前面の筋量が下肢筋力に影響を及ぼすことを示した。なお、新入生のCS-30の平均値は、60歳代の平均値より約10回程度高い値であった(中谷ほか, 2002a)。

閉眼片足立ち時間テストは、全身持久力と筋力、柔軟性を含む平衡機能を評価する体力テストであるが、65歳から79歳を対象とした新体力テストでは、開眼の状態で実施される。この能力は20歳代から60歳代まで一定の割合で低下することが明らかとなっており、本研究の新入生の平均値は、20歳代の657名を調査した研究より高い数値であった(宮武ほか, 2011)。なお、本研究における閉眼片足立ち時間テスト平均値の標準偏差は35.1であり、その他の下肢筋力測定項目と比較して測定値の変動性が大きかった。一方、先行研究によると、60歳代の閉眼片足立ちにおける平均値

の標準偏差は12.8まで収束することが明らかとなっている(宮武ほか, 2011)。この若年層における標準偏差の大きさが, 閉眼片足立ち時間テストが現行の新体力テスト項目に, 含まれない要因であることが推察された。なお, 閉眼片足立ち時間と筋厚のいずれとも関係性を認められなかったのは, 平衡機能が下肢筋量に対する依存が低く, 三半規管の反射機能に対する依存が強いことが推察された。

握力は, 個人が発揮する最大筋力を評価する測定項目である。その値は, 30歳代でピーク値を迎えるが, 60歳代でも約90%までしか低下しないことが報告されている(文部科学省スポーツ・青少年局スポーツ振興課, 2012)。これは, 上腕の筋組織群が, サルコペニアの影響を受けにくいことが関与していると考えられる(川上, 2010)。なお, 本研究の結果, 握力と筋厚との間には, MTc以外全てに有意な相関関係が認められている。

下肢筋厚は, 3歳から8歳の児童期前半の子供の段階で, 既に疾走能力と関連性が高いことが報告され, 特に大腿部後面と下腿部後面の筋厚との間に有意な相関関係が認められている(船津ほか, 2013)。さらに成人男性のスプリンターでも, 股関節伸展動作に作用する大腿部後面のハムストリングスに加え, 内転筋群が疾走能力に強い相関関係があり, この筋群を強化することは重要である(狩野ほか, 1997)。

本研究調査の結果, 現在も運動活動歴のある者は, 全体の116名中20名であり, 約17.2%の学生しか習慣的な運動を継続していない実態が明らかとなった。加齢により膝関節伸展筋力は, 1年に2%ずつ低下し, またMRI画像からも20歳代前半から中盤にかけて下肢筋横断面積が減少し, 脂肪量が増大することは明白である(川上, 2010)。仮に彼らが現状のまま定期的な運動習慣を持たない状態で年齢を重ねると, 30歳代からのサルコペ

ニアによる筋力低下に対応できないことが考えられる。

本研究では調査できなかったが, 新入生のうち現在の運動活動歴がないものは, 高校時代には維持できていた大腿部後面及び下腿部の筋量を, 既にかなり喪失している可能性がある。つまり, 彼らの今後のライフステージにおいて, 大腿部前面の筋厚は, 立位維持・立ち上がり動作・歩行動作を可能とするための最後の重要な筋組織となり得る。

これを裏付ける研究として, 立ち上がり動作を行うための必要最小筋力を, コンピュータシミュレーションにより生成された16万試行から算出した研究がある(Yoshioka et al., 2012)。この研究結果によると, 人間の立ち上がり動作には, 上体の前傾角度にもよるが大腿部前面にある広筋群の筋張力が約35~85%程度と大きく関与し, 前頸骨筋・ヒラメ筋・腓腹筋・腸腰筋は殆ど貢献していないことが明らかとなっている。さらに, 20歳代の筋力余裕度(%)は, 椅子立ち上がりの最小必要筋力に対して200%を超えるが, この値は60歳代になると, その余裕度が約50%程度低下し, さらに100%を切ると自立歩行が出来なくなる可能性が示唆されている。今後は, 立ち上がり動作の観点からも, 新入生の下肢筋力評価を行う必要性があると考えられる。

本研究により, 入学直後からの大腿部前面の筋厚維持もしくは増大させるような運動介入, および20歳代中盤からの運動機能低下およびサルコペニア対策に対する授業内での早期意識付けの重要性が示されたといえる。なお, 本研究で調査した新入生における筋厚および下肢筋力の特性は, 入学年度別で比較しても大きく変化することは少ないと考えられるが, 今後も大学生における下肢体組織を中心とした縦断的な測定評価が求められる。

VI. 要約

本研究は、大学新入生男子116名を対象とし、超音波Bモード測定装置による大腿部と下腿部の筋組織厚（筋厚）から筋量を評価し、さらに下肢筋力に特化した体力テストとの関係性を98名分析した。これらの分析から、得られた生理学的知見は以下の通りである。

- (1) 新入生の膝関節伸展筋力は、男性高齢者（平均年齢70歳以上）の数値の約2倍であった。特に右脚筋厚のうち、MTaとMTcとの間のみに関連関係が認められた。
- (2) 立幅跳の数値は、いずれの筋厚とも関係性を示さなかった。現在の体力テストに多用される種目ではあるが、筋量に依存するような単純な運動動作ではないため、下肢筋力の測定評価に用いる場合は、その運動学的特性を考慮する必要がある。
- (3) CS-30とMTaの間には関連関係が認められ、CS-30は高齢者の下肢筋力評価だけではなく、若年者にも有用な手法であり、また大腿部前面の筋量評価に対する指標としても利用できる可能性を示した。

本研究の結果、新入生の体力テストとして、大腿部前面と下肢部後面の筋量および下肢筋力を評価する重要性が明らかとなり、測定項目をより精査する必要が示された。従来の体力テストは、アスリートや高い疾走速度を有する子どもの測定評価に適した項目が多く、さらに大腿部後面や内転筋群の筋量を必要とするような運動様式が多く、定期的な運動活動歴を有しない大学生には適さないといえる。さらに高校時代にかかりの運動活動歴があった学生でも、受験等によるデイトレーニング（脱トレーニング）を経ていることから、現在の体力テストの項目である50m走や持久走を適用することは、生理学的に危険性を伴う。今後

の高齢化社会に向けたサルコペニア対策と将来の健康なライフプランに向けて、スポーツ健康科学実技および講義の限られた時間内であっても正しい測定評価を導入し、新入生の段階から、健康指導を行うことは重要であるといえる。

VII. 謝辞

この場を持ちまして、技術的協力を賜りました、菅原 順（独立行政法人産業技術総合研究所、ヒューマンライフテクノロジー研究部門研究員）氏に深謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 松田裕雄・吉岡貞貢・河村レイ子・桐生習作・金谷麻理子・武田丈太郎・門野洋介（2012）大学体育の価値向上に向けた一考察—教育実践における目標・教授・学習に着目して—。大学体育学, 9 (1) : 69-92
- 2) 斎藤兆史（2013）教養の力 東大駒場で学ぶこと。集英社：東京, pp.183
- 3) 内田英二・神林勲（2006）週1回8週間のサーキットトレーニングが大学生の体力および感情に与える影響。体育学研究, 51 (1) : 11-20
- 4) 山津幸司・堀内雅弘（2010）週1回の大学体育が日常の身体活動量およびメンタルヘルスに及ぼす影響。大学体育学, 7 (1) : 57-67
- 5) 荒井弘和・木内教訓・浦井良太郎（2009）運動行動の変容ステージに対応した体育授業プログラムが大学生の運動習慣に与える効果。体育学研究, 54 (2) : 367-379
- 6) 荒井弘和・竹中晃二（2010）一過性運動に伴う感情：セルフ・エフィカシーとの関連および感情間の関連性。体育学研究, 55 (1) : 111-123
- 7) 角南良幸・村上清英・中山正剛・大隈節子（2009）大学体育実技のためのSAQ関連体力測定および評価法の検討：過去の運動経験が及ぼす影響と標準値の作成。大学体育学, 6 (1) : 33-42
- 8) 山本正彦・木村瑞生（2011）10週間に及ぶラダートレーニングが一般男子大学生の敏捷性に及ぼす影響。東京工芸大学工学部紀要, 34 (1) : 27-34
- 9) 林直亨・宮本忠吉（2009）週1回の大学授業における筋力トレーニングが筋力に与える影響。体育学研究, 54 (1) : 137-143
- 10) 東京大学身体運動科学研究室（2009）教養としての身体運動・健康科学。東京大学出版会, pp.264
- 11) Hunter S. K.,Thompson M. W. and Adams R. D. (2000) Relationships among age-associated strength changes and

- physical activity level, limb dominance, and muscle group in women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55 (6): B264-B273
- 12) 文部科学省スポーツ・青少年局スポーツ振興課 (2012) 平成23年度体力・運動能力調査結果の概要. http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa/04/tairyoku/kekka/k_detail/1326589.htm
 - 13) 安部孝・福永哲夫 (1995) 杏林書院編, 日本人の体脂肪と筋肉分布, pp.149
 - 14) 熊谷賢哉 (2011) 測定姿勢が超音波Bモード法による筋厚の測定に与える影響. 長崎国際大学論叢, 11: 1-7
 - 15) 大淵修一・新井武志・小島基永・河合恒・小島成実 (2009) 超音波測定による大腿前面筋厚と膝伸展筋力との関係. *理学療法科学*, 24 (2): 185-190
 - 16) 江崎千恵・村田伸・宮崎純弥・堀江淳・村田潤・大田尾浩 (2010) 地域在住高齢者の大腿周径および大腿四頭筋筋厚と大腿四頭筋筋力との関連. *理学療法科学*, 25 (5): 673-676
 - 17) 村田伸・甲斐義浩・大田尾浩・松永秀俊・富永浩一・松本武士・吉浦勇次・北嶋秀一・角典洋 (2009) 女性高齢者の膝関節痛と大腿四頭筋筋力との関連. *理学療法科学*, 24 (4): 499-503
 - 18) 宮谷昌枝・東香寿美・金久博昭・久野譜也・福永哲夫 (2003) 下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差: 20歳代と70歳代の比較. *体力科学*, 52: 133-140
 - 19) Miyatani M., Kanehisa H. and Fukunaga T. (2000) Validity of bioelectrical impedance and ultrasonographic methods for estimating the muscle volume of the upper arm. *Eur J Appl Physiol*, 82 (5-6): 391-396
 - 20) Miyatani M., Kanehisa H., Masuo Y., Ito M. and Fukunaga T. (2001) Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance. *J Appl Physiol*, 91 (1): 386-394
 - 21) Miyatani M., Kanehisa H., Ito M., Kawakami Y. and Fukunaga T. (2004) The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *Eur J Appl Physiol*, 91 (2-3): 264-272
 - 22) 船津京太郎・村木里志・網分憲明 (2013) 3-8歳児における下肢筋厚の発育と疾走能力との関係. *体力科学*, 62 (2): 131-139
 - 23) 楠原慶子・大森美美子・佐藤文・清水静代・佐々木玲子・鈴木明 (2010) 短期大学女子学生の踵骨骨強度と筋厚, 皮下脂肪厚, および体力的指標との関連. *大学体育学*, 7 (1): 13-24
 - 24) 川上泰雄 (2010) 高齢者の骨格筋の形態と機能. *Geriatric Medicine (老年医学)*, 48 (2): 227-230
 - 25) 比留間浩介・植屋清見 (2007) 発達バイオメカニクスからみた児童の立ち幅跳びの動作特性. *山梨大学教育人間科学部紀要*, 9: 55-62
 - 26) Jones C. J., Rikli R. E. and Beam W. C. (1999) A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*, 70 (2): 113-119
 - 27) 中谷敏昭・灘本雅一・三村寛一・伊藤稔 (2002a) 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテストの妥当性. *体育学研究*, 47 (5): 451-461
 - 28) 村田伸・大田尾浩・村田潤・堀江淳・八木原幸子・甲斐健一郎・大塚真 (2010) 虚弱高齢者における Timed Up and Go Test, 歩行速度, 下肢機能との関連. *理学療法科学*, 25 (4): 513-516
 - 29) 牧迫飛雄馬・太田暁美・瀬高英之・原田正彦・中村好男・村岡功 (2008) 虚弱高齢者における身体運動機能評価を目的とした5回椅子立ち座りテストの改良とその信頼性の検証. *スポーツ科学研究*, 5: 71-78
 - 30) 中谷敏昭・川田裕樹・灘本雅一 (2002b) 若年者の下肢筋パワーを簡便に評価する30秒椅子立ち上がりテスト (CS-30テスト) の有効性. *体育の科学*, 52 (8): 661-665
 - 31) 宮武伸行・宮地元彦・村上晴香 (2011) 日本人の閉眼片足立ちの評価と運動習慣との関連. *保健の科学*, 53 (4): 275-278
 - 32) 狩野豊・高橋英幸・森丘保典・秋間広・宮下憲・久野譜也・勝田茂 (1997) スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力の関係. *体育学研究*, 41 (5): 352-359
 - 33) Yoshioka S., Nagano A., Hay D. C. and Fukashiro S. (2012) The minimum required muscle force for a sit-to-stand task. *J Biomech*, 45 (4): 699-705