

起立困難者に用いられる体重推定式の妥当性の検証と 新たな体重推定式の開発の試み

Verification of the validity of the weight estimation formulae used for patients with difficulty in standing up and development of a new weight estimation formula

木村優里* 正木恭介* 鎌田由香*
Yuri KIMURA Kyosuke MASAKI Yuka KAMADA

Objectives: Existing weight estimation formulae have problems that it requires skills of use of measuring instruments used for physical measurement, the measurement is painful in some body part to be measured, and there are less weight estimation formulae for ages other than elderly. Therefore, a weight estimation formula using explanatory variables of body parts that can be measured using only a measure was developed in female college students and compared it with existing weight estimation equations in this study. In addition, the value of the weight estimation formula developed in this study was validated in female patients with difficulty in standing up.

Methods: Subjects for development of a new weight estimation formula were 200 students of the Miyagi Gakuin Women's University who can stand up (18–24 years old). Physical measurement items included the height, weight, brachial circumference, skinfold thickness of the triceps brachii muscle and under the scapula, lower leg circumference, abdominal circumference, knee height, and tibial bone length. Furthermore, subjects for verification of the value of the developed weight estimation formula were 12 female patients with difficulty in standing up who lived in Miyagi Prefecture (19–47 years old). Physical measurement items included the weight, brachial circumference, lower leg circumference, abdominal circumference and tibial bone length

Results: Correlations between the body parts that can be measured with a measure and the weight were $r=0.820$ for the brachial circumference, $r=0.813$ for the abdominal circumference, $r=0.862$ for the lower leg circumference, and $r=0.422$ for the tibial bone length. As the results of a multiple regression analysis with a variable increase method, the following regression formula was obtained ($r=0.954$, $p<0.001$):

Body weight (kg) = (1.06 × Lower leg circumference (cm)) + (0.38 × Abdominal circumference (cm)) + (0.60 × Tibial bone length (cm)) + (0.80 × Brachial circumference (cm)) – 51.77.

When this regression formula was applied to female patients with difficulty in standing up, the correlation between the estimated weight value and the measured value was $r=0.980$ ($p<0.001$).

Conclusion: The estimation accuracy of the weight estimation formula developed in this study was high as compared with the existing weight estimation formula. Furthermore, it was also proved that this formula was also useful for weight estimation of female patients with difficulty in standing up.

Keywords: female university students, equations for body weight, dysstatic womens
女子大生, 体重推定式, 起立困難女性

1 緒言

臨床現場において栄養アセスメントのひとつである身体計測は、簡易的、非侵襲的であり、低栄養を評価する指標として広く用いられている。中でも体重は、栄養状態の評価や適切なエネルギー、栄養素を算定するための重要な計測値である¹⁾。しかしながら、病気によって体を動かすことの難しい患者や高齢者、身体障害者などでは、体重の計測には多くの問題がある。病院や高齢者施設では、車椅子用体重計やベッド式体重計を用いて体重を実測することも

あるが、在宅医療においては患者宅で身体計測を行うため、特別な計測器具が無く、体重測定が困難なケースがまれではない。また、家族や看護師などの介助者が患者を抱きかかえて体重計に乗り、介助者の体重を差し引いて患者の体重を算出することもあるが、転倒のリスクや介助者への身体的負担が伴う。

体重の計測が困難な場合には、様々な身体部位を計測し、体重推定式に計測値を代入して体重を求める方法がある。現在、臨床現場で一般的に使用されている体重推定式

*宮城学院女子大学大学院健康栄養学研究科

に Chumlea らの体重推定式がある²⁾。Chumlea らは、歩行可能な年齢65~104歳の白人高齢女性123名の身体計測を行い、体重推定式を作成している。Chumlea らは、上腕周囲長、下腿周囲長、肩甲骨下部皮下脂肪厚といった、筋肉量や体脂肪量を反映する身体部位を計測し、体重推定式を作成している。Chumlea らの体重推定式のほかにも、身体組成を反映する身体部位を説明変数とする体重推定式が数種類報告されているが、以下のような問題点も指摘されている。

「日本人の新身体計測基準値 (JARD2001)」においては、身体計測をする際に使用する計測器具について、上腕周囲長、下腿周囲長の計測にはインサーテープを、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩甲骨下部皮下脂肪厚の計測にはアディポメーターを用いることとしている³⁾が、佐々木らは、これらの計測器具を使用して栄養評価を適切に行うには、熟練を要すると報告している⁴⁾。

瀬崎らは、骨格筋や関節の拘縮、骨変形がある対象者の場合、計測時に苦痛を感じる場合もあると報告している⁵⁾。

上腕三頭筋皮下脂肪厚と肩甲骨下部皮下脂肪厚は、ベッド上での計測の場合、側臥位の体位をとらなくてはならず、体位変換が難しい患者では計測は困難である。

また高齢者を対象とした体重推定式は数種開発されている^{2,5~9)}ものの、小児¹⁰⁾や青年、壮年¹⁾を対象とした体重推定式は報告が少ない。先行研究より、既存の体重推定式の問題点は、①身体計測を行う際に使用する計測器具の使用は熟練を要する、②身体計測は計測部位によって計測時に苦痛を感じる場合もある、③高齢者以外を対象とした体重推定式が少ない、の3点と考察する。

そこで本研究では、女子大生 (以下学生) を被験者としてメジャーのみで計測できる身体部位を説明変数とする体重推定式を作成し、既存の体重推定式と比較を行った。

また、作成した体重推定式の有用性の検証を女性起立困難者を対象に行った。

II 方法

1. 対象者

体重推定式の作成のための対象者を、宮城学院女子大学に在学している同意を得られた起立可能な学生200名 (18~24歳) とした。また、作成した体重推定式の有用性の検証をするための対象者を、宮城県内に在住の女性起立困難者12名 (19~47歳) とした。

2. 計測期間・計測場所

2017年6月~10月に学生200名の身体計測を実施した。計測場所は、宮城学院女子大学の学内で行った。

2017年11月~12月に女性起立困難者12名の身体計測を実施した。12名の被験者のうち2名は宮城学院女子大学の学内で、10名は仙台市内の生活介護事業施設で計測を行った。

3. 計測方法

学生200名の身体計測項目は、身長、体重、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩甲骨下部皮下脂肪厚、下腿周囲長、腹囲、膝高、脛骨長とした。上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩甲骨下部皮下脂肪厚、下腿周囲長、腹囲、膝高、脛骨長の計測は著者が行い、身長、体重の計測、身体計測の記録は計測補佐1名が行った。身長、体重、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩甲骨下部皮下脂肪厚、下腿周囲長の計測は、「日本人の新身体計測基準値 (JARD2001)」に記載された方法に準じて行った³⁾。腹囲、膝高、脛骨長の計測は、先行研究を参考に行った⁵⁾。

女性起立困難者の身体計測は、宮城学院女子大学の学内で計測した2名の被験者は著者が、その他の10名の被験者は生活介護事業施設の女性支援員1名で行った。身体計測項目は、体重、上腕周囲長、下腿周囲長、腹囲、脛骨長とした。

体重の計測には、車椅子用体重計 (車椅子で測る君 アシストはままつ、バリアフリースケール AD-6106W 株式会社エー・アンド・デイ) を用いた。被験者を車椅子に乗せ、車椅子の重量と着衣分1kgと装具の重量を計測値から差し引いた値を体重とした。

上腕周囲長、下腿周囲長、腹囲、脛骨長は、学生の身体計測時と同様の方法で計測器具にメジャーを用いて計測した。

4. 統計処理

測定で得られた数値は平均値±標準偏差で示した。

統計解析には、エクセル統計第3版 Statcel3 (オーエムエス出版) を使用した。体重と各身体計測値との相関、体重推定値と実測値との相関はピアソンの相関係数を用いて評価した。体重推定式は、目的変数を体重とし、各身体計測項目を説明変数として変数増加法による重回帰分析にて求めた。なお、すべての検定について有意水準は危険率5%未満とした。

III 結果

1. 体重推定式の作成のための対象者の身体的特徴

体重推定式作成のための対象者の身体的特徴を表1に示した。学生200名の身長、体重、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩甲骨下部皮下脂肪厚、下腿周囲長の計測値は、「日本人の新身体計測基準値 (JARD2001)」に記載されている18~24歳の計測値と類似した結果が得られた。

2. 体重と各身体計測値との相関

体重と各身体計測値との相関を表2に示した。メジャーで計測可能な上腕周囲長 ($r=0.820$, $p<0.001$)、下腿周囲長 ($r=0.862$, $p<0.001$)、腹囲 ($r=0.813$, $p<0.001$)、脛骨長 ($r=0.422$, $p<0.001$) は体重と正の相関を示した。

3. 体重推定式の作成

目的変数を体重、説明変数をメジャーで計測可能な上腕

表1 体重推定式作成のための対象者の身体的特徴

	対象者の身体計測値 (<i>n</i> =200)	JARD2001
年齢 (歳)	19.9±1.4 (18~24)	
身長(立位) (cm)	158.0±5.5 (141.4~169.8)	159.3±5.9 (145.0~185.0)
身長(仰臥位) (cm)	158.1±5.6 (141.2~170.4)	
体重 (kg)	51.9±7.0 (33.8~75.7)	51.6±7.2 (30.0~85.0)
BMI (kg/m ²)	20.7±2.4 (15.9~30.1)	
上腕周囲長 (cm)	25.5±2.4 (19.6~33.4)	24.9±2.5 (20.0~34.0)
上腕三頭筋皮下脂肪厚 (mm)	15.4±4.1 (6.0~28.0)	15.4±7.0 (1.0~40.0)
肩甲骨下部皮下脂肪厚 (mm)	13.6±3.1 (6.0~23.0)	13.7±4.6 (4.0~27.0)
腹囲 (cm)	68.3±5.7 (55.5~91.8)	
下腿周囲長(インサーテープ) (cm)	35.3±2.6 (28.5~42.5)	34.7±2.8 (27.0~44.0)
下腿周囲長(メジャー) (cm)	34.8±2.7 (28.2~42.6)	
膝高 (cm)	46.2±2.2 (40.4~52.3)	
脛骨長 (cm)	33.8±2.1 (26.6~48.8)	

平均値±標準偏差(範囲)

JARD2001の身体計測値は、18~24歳の身体計測値である。

表2 体重と各身体計測値との相関

	相関係数	P値
身長(立位)	0.531	<0.001
身長(仰臥位)	0.528	<0.001
上腕周囲長	0.820	<0.001
上腕三頭筋皮下脂肪厚	0.658	<0.001
肩甲骨下部皮下脂肪厚	0.649	<0.001
腹囲	0.813	<0.001
下腿周囲長(インサーテープ)	0.857	<0.001
下腿周囲長(メジャー)	0.862	<0.001
膝高	0.523	<0.001
脛骨長	0.422	<0.001

周囲長、下腿周囲長、腹囲、脛骨長として変数増加法を用いた重回帰分析を行った。重回帰分析の結果から求めた体重推定式を表3に示した。説明変数は、下腿周囲長、腹

囲、脛骨長、上腕周囲長の順に選択され、体重推定式①が作成された。決定係数は0.910であった。計測部位が少ないほど、計測者と起立困難者の負担が軽減されるため、選

表3 重回帰分析の結果から求めた体重推定式

推定式①: 体重(kg)=(1.06×下腿周囲長(cm))+ (0.38×腹囲(cm))+ (0.60×脛骨長(cm))+ (0.80×上腕周囲長(cm))-51.77	$r^2=0.910$
推定式②: 体重(kg)=(1.44×下腿周囲長(cm))+ (0.51×腹囲(cm))+ (0.50×脛骨長(cm))-50.13	$r^2=0.883$
推定式③: 体重(kg)=(1.50×下腿周囲長(cm))+ (0.55×腹囲(cm))-37.81	$r^2=0.858$
推定式④: 体重(kg)=(2.24×下腿周囲長(cm))-25.94	$r^2=0.741$
推定式⑤: 体重(kg)=(1.16×上腕周囲長(cm))+ (1.46×下腿周囲長(cm))-28.67	$r^2=0.807$
推定式⑥: 体重(kg)=(1.45×上腕周囲長(cm))+ (0.58×腹囲(cm))-24.56	$r^2=0.781$
推定式⑦: 体重(kg)=(2.42×上腕周囲長(cm))-9.81	$r^2=0.671$
推定式⑧: 体重(kg)=(1.01×腹囲(cm))-16.85	$r^2=0.660$

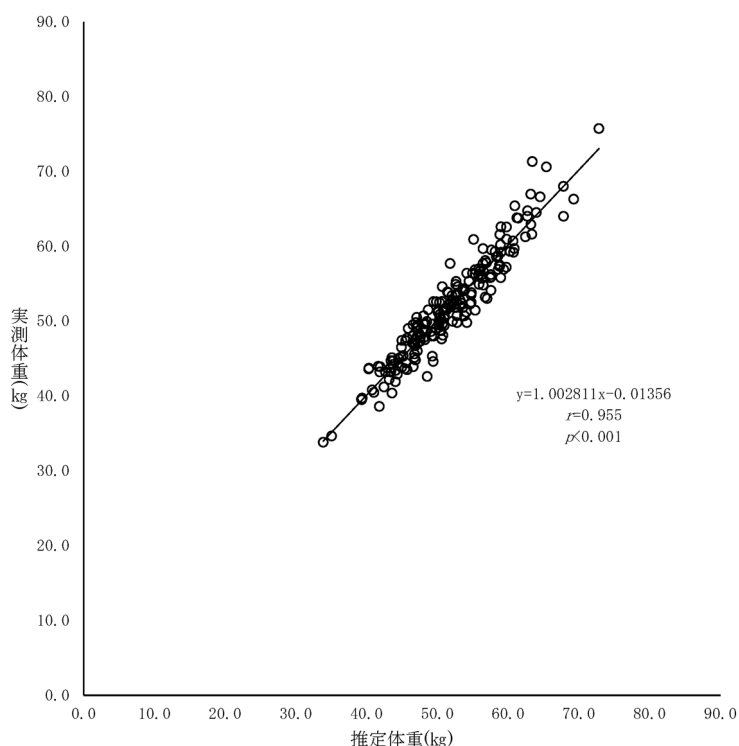


図1 作成した体重推定式①から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関
作成した体重推定式①: 体重(kg)=(1.06×下腿周囲長(cm))+ (0.38×腹囲(cm))+ (0.60×脛骨長(cm))+ (0.80×上腕周囲長(cm))-51.77から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.955。

択順位の低い説明変数を1つずつ減らして体重推定式②、体重推定式③、体重推定式④を作成した。その結果、決定係数は、体重推定式②では0.883、体重推定式③では0.858、体重推定式④では0.741であった。また、上半身と

下半身の身体部位を1ヶ所ずつ選択し、体重推定式⑤を作成した。体重推定式⑤の決定係数は0.807であった。さらに、下肢の切断や膝の屈曲が困難な場合を考え、上腕周囲長と腹囲を説明変数とする体重推定式⑥、体重推定式

表4 作成した体重推定式と比較を行う既存の体重推定式

	体重推定式	決定係数
Chumleaらの式 ²⁾	①体重=(1.63×上腕周囲長)+(1.43×下腿周囲長)-37.46	0.82
	②体重=(0.92×上腕周囲長)+(1.50×下腿周囲長)+(0.42×肩甲骨下部皮下脂肪厚)-26.19	0.85
	③体重=(0.98×上腕周囲長)+(1.27×下腿周囲長)+(0.40×肩甲骨下部皮下脂肪厚)+(0.87×膝高)-62.35	0.85
宮澤らの式 ¹⁾	体重=(1.24×膝高)+(1.21×上腕周囲長)+(0.33×上腕三頭筋皮下脂肪厚)+(0.07×年齢)-44.43	記載なし
瀬崎らの式 ⁵⁾	①体重=(-0.106×年齢)+(0.743×腹囲)+(0.503×脛骨長)-22.9	0.819
	②体重=(-0.104×年齢)+(0.712×腹囲)+(0.778×膝高)-38.1	0.849
小山らの式 ⁶⁾	①体重=(0.83×上腕周囲長)+(1.47×下腿周囲長)-14.21	0.71
	②体重=(0.71×上腕周囲長)+(1.13×下腿周囲長)+(0.35×肩甲骨下部皮下脂肪厚)-6.96	0.75
	③体重=(0.71×上腕周囲長)+(1.09×下腿周囲長)+(0.37×肩甲骨下部皮下脂肪厚)+(0.40×膝高)-23.10	0.77
藤井の式 ⁸⁾	体重=(0.37×膝高)+(1.19×上腕周囲長)+(0.89×下腿周囲長)-25.38	0.785
大西らの式 ⁹⁾	①体重=(0.315×腹囲)+(0.684×上腕周囲長)+(0.183×仰臥位身長)-28.788	0.836
	②体重=(0.355×腹囲)+(0.664×上腕周囲長)-4.940	0.795
	③体重=(0.442×腹囲)+3.518	0.649

単位:体重(kg)、身長(cm)、上腕周囲長(cm)、下腿周囲長(cm)、膝高(cm)、脛骨長(cm)、腹囲(cm)、上腕三頭筋皮下脂肪厚(mm)、肩甲骨下部皮下脂肪厚(mm)、年齢(歳)

表5 学生200名の体重推定値と実測値の誤差

	体重推定値と実測値の誤差					
	平均値	標準偏差	誤差の範囲	±1 kg以内 ±2 kg以内		
				kg	%	
作成した体重推定式	①	-0.1	2.1	-7.9~+6.0	39.5	69.0
	②	-0.2	2.4	-8.7~+6.8	33.5	65.0
	③	+0.1	2.6	-8.5~+6.9	40.0	65.0
	④	+0.1	3.5	-9.7~+8.6	23.0	48.5
	⑤	-0.1	3.1	-8.2~+7.6	31.0	52.0
	⑥	+0.2	3.3	-10.6~+9.7	27.0	48.0
	⑦	+0.1	4.0	-12.4~+9.5	22.5	42.5
	⑧	+0.3	4.1	-14.4~+10.5	22.5	41.5
Chumleaらの式 ²⁾	①	+2.8	3.3	-6.9~+12.0	14.5	39.0
	②	+4.1	3.2	-4.3~+12.1	8.0	18.5
	③	+1.3	2.7	-5.8~+7.8	30.5	48.5
宮澤らの式 ¹⁾	-1.6	3.6	-14.2~+5.6	22.5	50.0	
瀬崎らの式 ⁵⁾	①	-9.1	3.9	-22.8~+0.3	0.5	3.5
	②	-7.4	3.7	-19.1~+0.8	2.5	5.0
小山らの式 ⁶⁾	①	+7.0	3.2	-2.5~+15.1	2.5	6.5
	②	+4.0	3.3	-5.9~+11.8	10.0	23.0
	③	+5.2	2.9	-4.5~+11.4	3.5	9.5
藤井の式 ⁸⁾	+1.7	3.0	-8.8~+8.3	20.0	43.0	
大西らの式 ⁹⁾	①	-12.8	3.9	-25.5~+3.5	0.0	0.0
	②	-15.6	4.4	-30.4~+4.6	0.0	0.0
	③	-18.2	5.2	-35.1~+5.8	0.0	0.0

表6 女性起立困難者の身体的特徴

年齢 (歳)	32.4±10.8(19~47)
体重 (kg)	41.2±19.6(21.4~84.6)
上腕周囲長 (cm)	23.6±6.8(15.0~38.8)
腹囲 (cm)	69.2±16.7(56.0~104.0)
下腿周囲長 (cm)	25.0±7.0(16.0~38.5)
脛骨長 (cm)	30.0±2.0(27.0~33.3)
平均値±標準偏差(範囲)	(n=12)

表7 女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の誤差

	体重推定値と実測値の誤差					
	平均値	標準偏差	誤差の範囲	±1 kg以内 ±2 kg以内		
				kg	%	
作成した体重推定式	①	-3.2	3.9	-12.6~+0.4	25.0	41.7
	②	-4.9	5.3	-18.9~+3.3	16.7	25.0
	③	-3.4	5.2	-15.6~+3.0	0.0	16.7
	④	-11.0	6.8	-29.2~+0.5	8.3	8.3
	⑤	-6.0	4.0	-15.3~+0.6	16.7	16.7
	⑥	+8.6	4.7	+0.6~+15.6	8.3	8.3
	⑦	+6.1	4.4	-0.5~+14.1	16.7	16.7
	⑧	+11.9	8.4	-5.4~+23.4	8.3	8.3
Chumleaらの式 ²⁾	①	-4.4	3.7	-11.5~+0.4	25.0	33.3
瀬崎らの式 ⁵⁾	①	-0.9	9.3	-24.4~+10.4	16.7	16.7
小山らの式 ⁶⁾	①	+1.0	5.3	-13.2~+6.8	25.0	41.7
大西らの式 ⁹⁾	②	-5.9	10.1	-30.0~+5.3	16.7	16.7
	③	-7.0	13.3	-39.0~+9.1	8.3	8.3

⑦、体重推定式⑧も作成した。決定係数は、体重推定式⑥では0.781、体重推定式⑦では0.671、体重推定式⑧では0.660であった。

4. 体重の推定値と実測値の相関

最も推定精度の高い体重推定式①から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関を図1に示した。体重推定値と実測値の相関は $r=0.955$ ($p<0.001$)であった。

5. 作成した体重推定式と既存の体重推定式との比較

作成した体重推定式と比較を行う既存の体重推定式を表4に示した。作成した体重推定式と表4に示した既存の体重推定式に学生200名の身体計測値を代入し、体重推定値

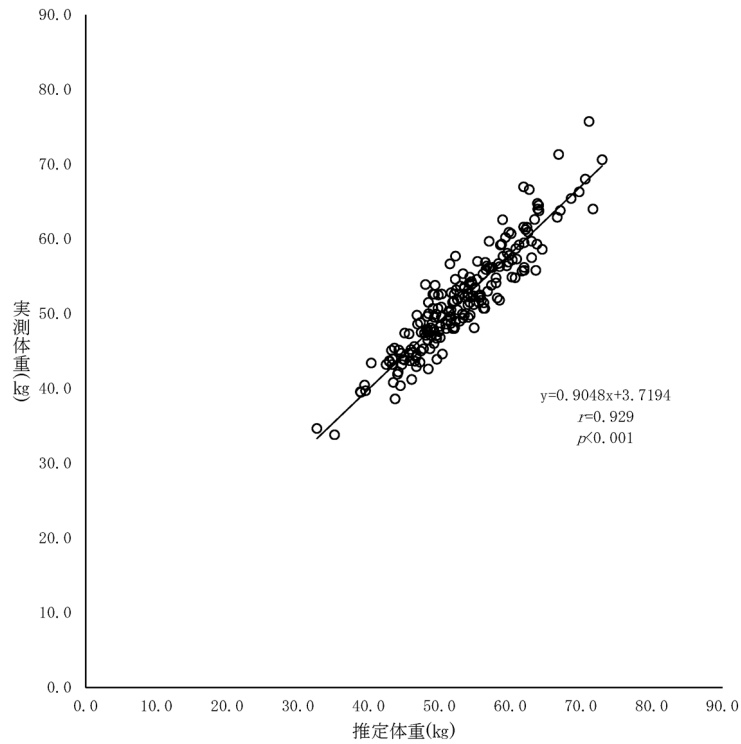


図2 Chumleaらの体重推定式③から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関
 Chumleaらの体重推定式③：体重 (kg) = (0.98×上腕周囲長 (cm)) + (1.27×下腿周囲長 (cm)) + (0.40×肩甲骨下部皮下脂肪厚 (mm)) + (0.87×膝高 (cm)) - 62.35から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.929。

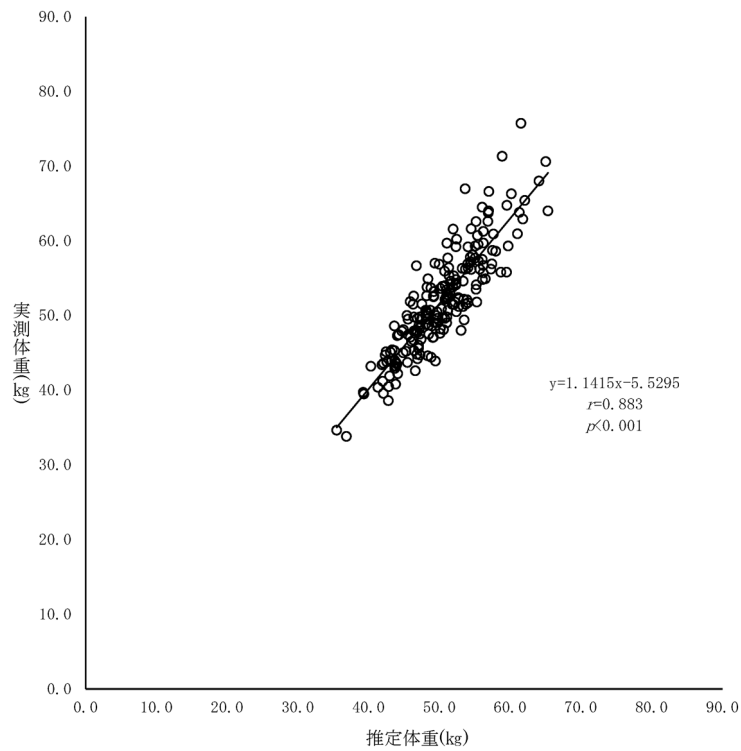


図3 宮澤らの体重推定式から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関
 宮澤らの体重推定式：体重 (kg) = (1.24×膝高 (cm)) + (1.21×上腕周囲長 (cm)) + (0.33×上腕三頭筋皮下脂肪厚 (mm)) + (0.07×年齢 (歳)) - 44.43から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.883。

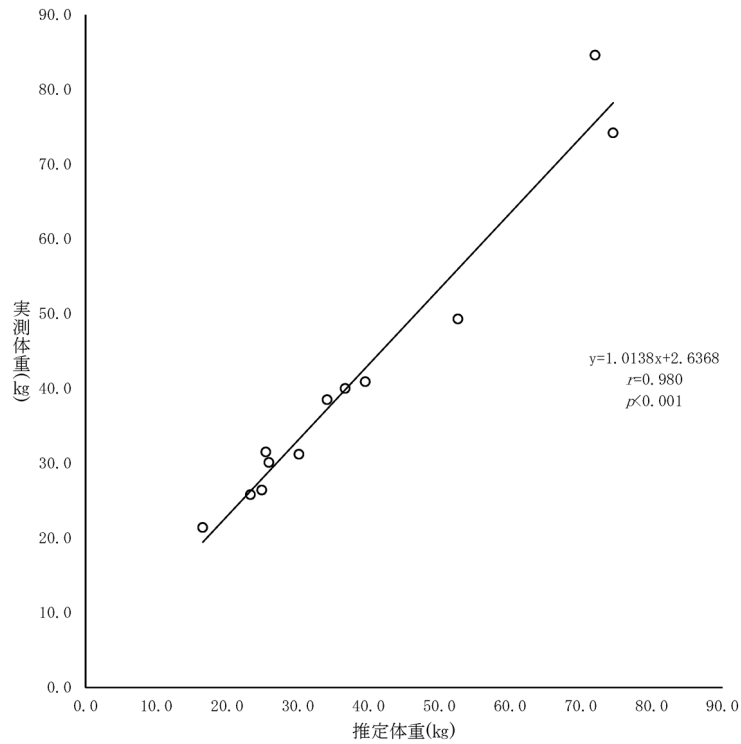


図 4 作成した体重推定式①から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関
 作成した体重推定式①：体重 (kg) = (1.06×下腿周囲長 (cm)) + (0.38×腹囲 (cm)) + (0.60×脛骨長 (cm)) + (0.80×上腕周囲長 (cm)) - 51.77から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.980。

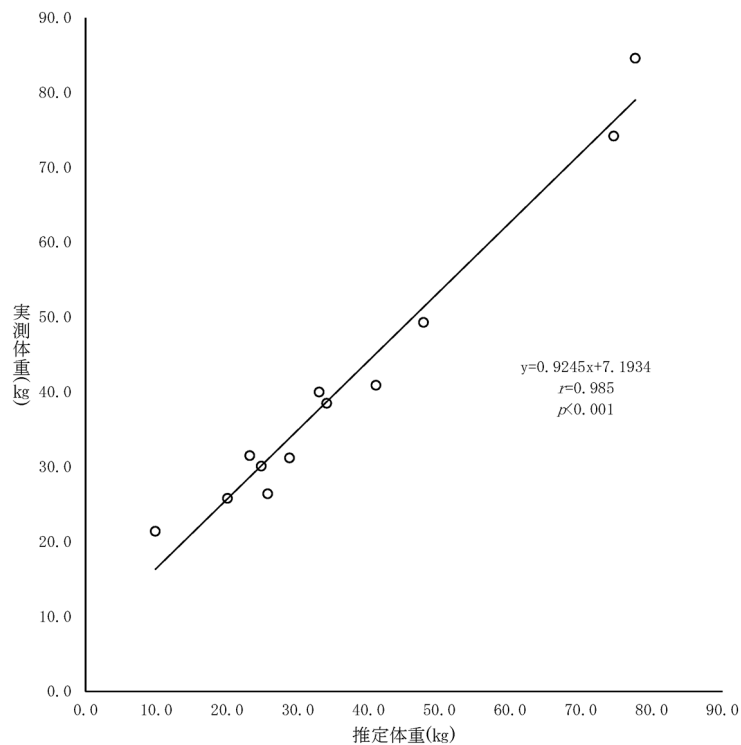


図 5 Chumlea らの体重推定式①から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関
 Chumlea らの体重推定式①：体重 (kg) = (1.63×上腕周囲長 (cm)) + (1.43×下腿周囲長 (cm)) - 37.46から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.985。

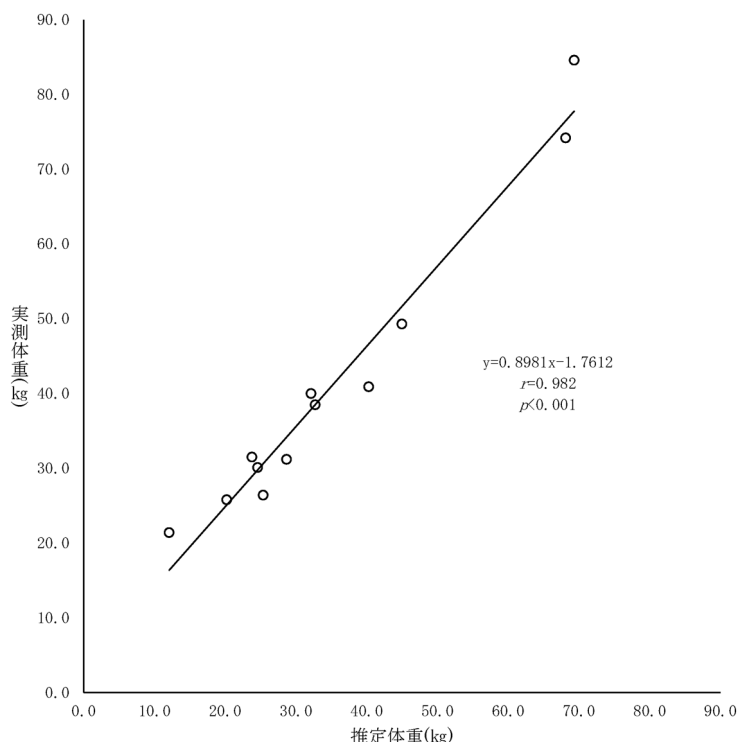


図6 作成した体重推定式⑤から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関
 作成した体重推定式⑤体重 (kg) = (1.16 × 上腕周囲長 (cm)) + (1.46 × 下腿周囲長 (cm)) - 28.67から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関。相関係数は0.982。

と実測値の誤差を比較した (表5)。

作成した体重推定式のうち最も推定精度の高い体重推定式①を使用した場合、学生200名のうち69.0%が体重推定値と実測値の誤差±2 kg 以内の範囲にあった。

Chumlea らの体重推定式のうち最も推定精度の高い体重推定式③を使用した場合、学生200名のうち48.5%が体重推定値と実測値の誤差±2 kg 以内の範囲にあった。Chumlea らの体重推定式③から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関を図2に示した。体重推定値と実測値の相関は $r=0.929$ ($p<0.001$) であった。

宮澤らの体重推定式を使用した場合、学生200名のうち50.0%が体重推定値と実測値の誤差±2 kg 以内の範囲にあった。宮澤らの体重推定式から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関を図3に示した。体重推定値と実測値の相関は $r=0.883$ ($p<0.001$) であった。

6. 女性起立困難者の身体的特徴

女性起立困難者の身体的特徴を表6に示した。主な疾病の内訳は、スポーツ外傷が1名、脳性麻痺が11名であった。

7. 女性起立困難者の体重の推定

作成した体重推定式と既存の体重推定式に女性起立困難者の身体計測値を代入し、体重推定値と実測値の誤差を算出した (表7)。女性起立困難者の身体計測項目は、体重、上腕周囲長、下腿周囲長、腹囲、脛骨長であり、これらの説明変数が含まれている体重推定式を、作成した体重推定

式と比較を行う体重推定式とした。

作成した体重推定式で、体重推定値と実測値の誤差の平均値が最も小さかったのは体重推定式①であった。女性起立困難者12名のうち41.7%が体重推定値と実測値の誤差±2 kg 以内の範囲にあった。作成した体重推定式①から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関を図4に示した。体重推定値と実測値の相関は $r=0.980$ ($p<0.001$) であった。

Chumlea らの体重推定式①では、女性起立困難者12名のうち33.3%が体重推定値と実測値の誤差±2 kg 以内の範囲にあった。Chumlea らの体重推定式①から求めた女性起立困難者12名の体重推定値と実測値の相関を図5に示した。体重実測値と推定値の相関は $r=0.985$ ($p<0.001$) であった。

IV 考察

1. 体重推定式の作成と既存の体重推定式との比較

体重推定式の作成のために、目的変数を体重、説明変数をメジャーで計測可能な上腕周囲長、下腿周囲長、腹囲、脛骨長として、変数増加法を用いた重回帰分析を行った。その結果、体重推定式①では決定係数は0.910であり、推定精度の高い体重推定式が作成できた (表3)。

作成した体重推定式と既存の体重推定式を比較するために、学生200名の身体計測値を各体重推定式に代入し、体重推定値と実測値の誤差を算出した (表5)。作成した体

体重推定式①を使用した場合、学生200名のうち69.0%が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内の範囲にあった。この結果から、作成した体重推定式①を使用することで、約70%の学生の体重の推定が可能であることがわかった。また、作成した体重推定式①から求めた学生200名の体重推定値と実測値の相関は $r=0.955$ ($p<0.001$) であり、相関関係は良好であった（図1）。

既存の体重推定式では、Chumleaらの体重推定式③を使用した場合、48.5%の学生が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内の範囲にあった。学生200名における体重推定値と実測値の相関は $r=0.929$ ($p<0.001$) であった（図2）。

日本人を対象に作成された体重推定式として宮澤らの体重推定式があり、この式を使用した場合、50.0%の学生が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内であった。宮澤らは、日本人女性 45.8 ± 21.2 歳、505名の身体計測を行い、体重推定式を作成している¹⁾。学生200名における体重推定値と実測値の相関は $r=0.883$ ($p<0.001$) であった（図3）。

Chumleaらの体重推定式③と宮澤らの体重推定式は、作成した体重推定式①に続いて推定精度の高い体重推定式であることがわかった。しかし、Chumleaらの体重推定式③と宮澤らの体重推定式に説明変数として含まれる、肩甲骨下部皮下脂肪厚、上腕三頭筋皮下脂肪厚、膝高の計測にはアディポメーターや膝高計測器といった計測器具が必要になる。また、肩甲骨下部皮下脂肪厚の計測は背中を大きく露出して計測するため、体位変換が難しい患者では計測は困難である。本研究で作成した体重推定式は、メジャーのみで計測ができ、体位変換を必要としない身体部位を説明変数としている。これらのことから、本研究では推定精度が高く、特別な計測器具を必要としない体重推定式が作成できたと考えられる。

2. 作成した体重推定式の有用性の検証

作成した体重推定式の有用性を検証するために、宮城県内に在住の19~47歳の女性起立困難者12名を対象に身体計測を行った。身体計測値を作成した体重推定式と既存の体重推定式に代入し、体重推定値と実測値の誤差を算出した（表7）。作成した体重推定式では、体重推定式①を使用した場合、女性起立困難者12名のうち41.7%が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内の範囲にあった。また、体重推定値と実測値の誤差の標準偏差が3.9 kg と作成した体重推定式のなかで最も小さい結果であった。体重推定値と実測値の相関は $r=0.980$ であり、相関関係も良好であった（図4）。このことから作成した体重推定式①は、女性起立困難者の体重の推定に適していると考えられる。

Chumleaらの体重推定式①を使用した場合では、女性起立困難者12名のうち33.3%が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内の範囲にあった。また、体重推定値と実測値の誤差の標準偏差が3.7 kg であり、作成した体重推定式と既存の体重推定式のなかで最も小さい結果であった。体重

実測値と推定値の相関は $r=0.985$ であった（図5）。

作成した体重推定式①もChumleaらの体重推定式①も、女性起立困難者の栄養管理を行うための体重の推定としては有用であると考えられる。しかし、作成した体重推定式①は説明変数が4つであるのに対し、Chumleaらの体重推定式①は説明変数が2つである。作成した体重推定式⑤は、Chumleaらの体重推定式①と同じく説明変数に上腕周囲長と下腿周囲長の2つを含む体重推定式である。作成した体重推定式⑤を使用した場合、女性起立困難者12名のうち16.7%が体重推定値と実測値の誤差 ± 2 kg 以内の範囲にあり、体重推定値と実測値の誤差の標準偏差は4.0 kg であった。体重推定値と実測値の相関は $r=0.982$ であった（図6）。このことから、今回作成した体重推定式のうち説明変数が少ない体重推定式においては、Chumleaらの体重推定式の相関が上回る結果となった。

3. 今後の課題

今回、女子大生を被験者として体重推定式を作成したが、今後は男子学生で同様の研究を行い、体重推定式の開発を試みる必要があると思われる。

本研究では、作成した体重推定式の有用性を検証するべく、女性起立困難者12名の身体計測を行ったが、十分な例数とは言えない。また、今回は女性起立困難者12名のうち11名の主な疾病が脳性麻痺であった。今後は、さまざまな疾病に有用であるか、障害の種類、等級、程度による体重推定式の分類が可能であるか検討していく必要がある。

V 結論

本研究では、女子大生を被験者として、メジャーのみで計測できる身体部位を説明変数とする体重推定式が作成できた。既存の体重推定式と比較して精度は高い結果であった。また、作成した体重推定式は女性起立困難者の体重の推定に有用であることがわかった。

参考・引用文献

- 1) 宮澤 靖, 近森正幸, 内山里美, 他: Knee-Height 法の方法と問題点, 臨床栄養, 107(4), 411-416 (2005)
- 2) Cameron Chumlea, Shumei Guo, Alex F. Roche, et al.: Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry, *JOURNAL OF THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*, 88(5), 564-568 (1988)
- 3) 日本栄養アセスメント研究会 身体計測基準値検討委員会: 日本人の新身体計測基準値 JARD2001, 栄養評価と治療, 19 (suppl.) (2002) メディカルレビュー社, 大阪府
- 4) 佐々木雅也, 栗原美香, 岩川裕美: JARD2001の使用法・問題点, 臨床栄養, 107(4), 399-405

- (2005)
- 5) 瀬崎美貴, 飯島良江, 佐々木貴子, 他: 起立困難な高齢者における簡易体重推定法の検討, 日本静脈経腸栄養学会雑誌, 31(3), 843-848 (2016)
 - 6) 小山秀夫, 杉山みち子, 三橋美佐子, 他: 高齢者の栄養管理サービスに関する研究—報告書, 47-60 (1997)
 - 7) 森上亜城洋, 西田裕介, 廣野文隆, 他: 超高齢入院患者における下腿最大周径と身体組成, 栄養状態ならびに日常生活動作との関係—体重推定式の作成—, 理学療法科学, 29(6), 939-943 (2014)
 - 8) 藤井義博: 高齢者の身長・体重の推定式—在宅における栄養評価に向けて—, 藤女子大学・藤女子短期大学紀要, 36, 45-50 (1998)
 - 9) 大西玲子, 藤井弘二, 津田博子, 他: 寝たきり要介護高齢者における体重推定式の作成, 日本老年医学会雑誌, 49(6), 746-751 (2012)
 - 10) 菅沼理江, 土岐 彰, 白澤貴子, 他: 小児における身体計測基準値に関する研究, 静脈経腸栄養, 26(5), 75-82, (2011)