

体脂肪量と上腕の皮下脂肪厚および周径に関する研究

岸川由紀¹⁾ 宮原洋八¹⁾ 小松洋平²⁾

要旨〔目的〕周径には筋、脂肪層、骨などの多くの軟部組織が存在している。本研究では、脂肪層に着目して体脂肪と上腕周径および皮下脂肪厚との関係性について検討した。

〔対象〕大学生の男女34名（男性19名，女性15名，平均年齢 20.7 ± 0.5 歳）とした。〔方法〕上腕周径には周囲測定テープを使用し，皮下脂肪厚測定には，生体電気インピーダンス法とキャリパー法を用いた。その他，体組成として体脂肪量と筋肉量を測定した。〔結果〕上腕周径と皮下脂肪厚は2回測定し，再現性が十分に保たれており信頼性の高い数値であることを確認した。体脂肪量は，上腕周径と皮下脂肪厚との間で相関関係がみられ，体脂肪量を従属変数，上腕周径と皮下脂肪厚を独立変数とした重回帰式が得られた。〔結語〕皮下脂肪厚測定値や上腕周径値を活用することで，体脂肪量を予測できることが示唆された。

Key words : 皮下脂肪厚, 周径, 体脂肪量

I. はじめに

理学療法を実施する場面で行われる評価はさまざまであり，身体計測評価としては関節可動域，徒手筋力検査，四肢周径などがある。四肢周径は，メジャーを使用して比較的簡易に測定でき，対象者の身体的変化の経過や左右差を知ることができる。しかし，周径には筋，脂肪層，骨などの軟部組織が多く存在しており，周径が増減した際に，筋肉量や体脂肪量，浮腫などその原因を見分けることが困難である。そこで本研究では，脂肪層に着目して体脂肪と周径との間に関係性があるかを検討した。

脂肪層の測定には，電流や超音波，物理的に皮下を挟むなどのさまざまな方法がある。今回は，一般的に用いられているキャリパー法と安価で購入できる微弱電流を用いた体脂肪厚の機器を使用し，その信頼性を検討したのちに，脂肪量との関係を明らかにすることとした。

II. 対象および方法

1. 対象

対象はN大学に通う健康成人34名（男性19名，女性15名），平均年齢 20.7 ± 0.5 （mean \pm SD）歳であった。対象者には本研究の趣旨と内容および個人情報の取り扱いには十分注意すること，研究への参加は自由であり参加しなくても不利益にならないことを説明し，同意を得た上で実施した。

2. 方法

皮下脂肪厚の測定には，タニタ La Muse 皮下脂肪厚計（SR-803）（以下，TANITA），皮下脂肪測定器（カリパス）（以下，カリパス），FstDgte（RoHS）（以下，FstDgte）を使用した。皮下脂肪厚は座位で利き手の肘を台の上ののせ，肘関節を90°屈曲とし肘頭から10cm上方の上腕下部を計測した。

TANITAは，電極から微弱な電流をからだに流し，その電気抵抗値から専用の体脂肪層の厚さを計測する機器である。機器の説明書に従って霧吹きに水道水を入れて噴射し，測定部位を湿らせて使用した。測定結

受付日：令和3年11月1日，採択日：令和3年12月1日

1) 西九州大学リハビリテーション学部リハビリテーション学科理学療法専攻
〒842-8585 佐賀県神埼市神埼町尾崎4490-9

Tel: 0952-52-4191 (代表) E-mail:kisikawayu@nisikyu-u.ac.jp

2) 西九州大学リハビリテーション学部リハビリテーション学科作業療法専攻

果で水分が十分でない则表示された場合には測定結果を記録せず、再度行って記録した。

カリパスおよびFstDgteは、測定者が上腕背部の皮下脂肪を機器で挟み測定した。カリパスは測定機器に矢印があり、矢印の位置の目盛りを読んだ。FstDgteはデジタル式であり皮下を挟んで測定数値を読んだ。どちらも痛みを感じない程度に皮下を挟み、声掛けにて痛みが無い確認した。

上腕周径には、周囲測定テープseca201 (seca)を使用した。測定は皮下脂肪厚測定箇所と同じく肘頭から10 cmの近位部とした。各々の測定は1人で行い、1測定者につき2回の測定値を得た。2回目の測定は、1回目の測定から10~15分あけて行った。

その他、身長計およびタニタデュアル周波数体組成計 (DC-320) を使用し、体重、体脂肪量、筋肉量の測定を行った。

統計学的解析は、検者内の信頼性および測定値の再現性を調べるために、一元配置分散分析による級内相関係数 (ICC: Intraclass correlation coefficient) を用いて比較検討を行った。また、カリパスとFstDgteの比較には対応のあるt検定を用い、皮下脂肪厚測定と体組成の関係にはPearsonの積率相関係数を用いた。さらに、強制投入法による重回帰分析を行った。なお、統計処理には統計ソフトSPSS (Ver. 26) を使用し、統計的検定の有意水準は5%とした。

III. 結果

各皮下脂肪厚機器および周

径の測定結果を表1に示す。周径ではICC (1, 1) = 0.996, F=532.117であった。TANITAではICC (1, 1) = 0.936, F=30.474であった。カリパスではICC (1, 1) = 0.965, F=55.496であった。FstDgteではICC (1, 1) = 0.943, F=33.885であった。いずれも有意水準 $p < 0.001$ であった。また、カリパスとFstDgteを比較したところ $t = 2.43$ ($p = 0.021$) であ

表1 被検者の皮下脂肪厚と周径の測定結果に対する級内相関係数 (ICC)

被検者No.	周径 (cm)		TANITA (cm)		カリパス (cm)		FstDgte (cm)	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
1	32.7	32.8	0.5	0.5	8.0	6.0	4.8	4.8
2	21.6	21.7	0.8	0.7	11.0	12.0	11.5	11.3
3	22.1	22.2	0.4	0.4	2.0	2.0	2.1	2.2
4	28.7	28.8	0.3	0.3	2.0	2.0	4.0	3.5
5	22.0	22.2	0.6	0.6	7.0	8.0	8.1	8.1
6	23.2	23.2	1.1	0.9	11.0	12.0	9.6	9.1
7	26.3	26.0	0.6	0.7	14.0	13.0	12.0	12.1
8	24.3	24.5	0.4	0.4	4.0	3.0	4.1	3.2
9	23.5	23.6	0.9	1.1	8.0	10.0	10.0	13.5
10	24.0	23.8	0.5	0.5	14.0	13.0	13.2	14.6
11	25.5	25.3	1.1	1.1	15.0	15.0	11.6	11.4
12	28.0	28.2	0.6	0.8	14.0	13.0	12.4	10.1
13	27.8	28.0	0.6	0.9	8.0	10.0	8.0	8.1
14	22.5	22.8	0.4	0.4	4.0	4.0	3.3	4.2
15	19.5	20.0	0.6	1.0	18.0	15.0	12.0	8.2
16	25.1	25.0	0.2	0.3	4.0	2.0	2.6	3.3
17	27.0	27.5	2.0	1.8	20.0	23.0	24.0	23.0
18	22.0	22.7	2.0	2.4	14.0	15.0	12.7	7.2
19	24.0	23.8	0.7	0.7	10.0	11.0	10.0	9.6
20	24.2	24.4	0.3	0.4	4.0	4.0	4.1	3.8
21	24.3	24.3	0.8	0.8	8.0	8.0	9.8	11.1
22	24.0	23.9	0.6	0.6	9.0	9.0	8.9	7.1
23	28.8	28.5	0.4	0.6	13.0	10.0	9.6	9.4
24	23.5	23.8	0.5	0.4	7.0	8.0	9.0	9.1
25	24.5	24.2	1.0	0.9	20.6	20.4	13.0	14.1
26	20.5	20.3	0.8	1.0	11.0	13.0	8.8	8.7
27	21.0	21.2	0.4	0.4	5.0	5.0	4.4	4.3
28	27.3	27.1	0.9	0.8	11.0	12.0	9.7	9.8
29	24.0	23.8	0.3	0.3	2.0	2.0	2.4	2.5
30	26.3	26.4	0.4	0.4	7.0	6.0	6.1	7.0
31	29.5	29.5	0.6	0.7	9.0	11.0	9.3	9.6
32	21.6	21.6	0.3	0.4	5.0	5.0	4.2	4.1
33	22.3	22.4	0.3	0.3	3.0	4.0	3.8	3.6
34	24.1	23.8	0.7	0.5	13.0	13.0	10.6	11.2
ICC(1, 1)	0.996		0.936		0.965		0.943	
95%信頼区間 (下限~上限)	0.993~0.998		0.878~0.968		0.931~0.982		0.889~0.971	
F値	532.117		30.474		55.496		33.885	
p値	$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$	

表2 皮下脂肪厚と周径および体組成の平均値 (n=34)

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	体脂肪量 (kg)	体脂肪率 (%)	筋肉量 (kg)	筋肉率 (%)	周径 (cm)	TANITA (cm)	カリパス (cm)	FstDgte (cm)
平均値	20.7	166.0	60.6	21.9	15.0	24.4	43.2	92.0	24.6	0.7	9.3	8.4
標準偏差	0.5	8.5	11.9	3.4	5.9	7.8	8.6	120.8	2.9	0.4	5.1	4.3
最大値	21	181.0	87.1	28.6	26.7	40.1	59.6	82.6	32.8	2.2	21.5	23.5
最小値	20	142.0	45.1	17.2	6.4	12.8	29.3	56.5	19.8	0.3	2.0	2.2

表3 皮下脂肪厚と周径および体組成の相関係数 (n=34)

	BMI	体脂肪量	体脂肪率	筋肉量	筋肉率	周径	TANITA	カリパス	FstDgte
体重	0.840***	0.676***	0.203	0.872***	-0.191	0.907***	-0.013	0.025	0.095
BMI		0.898***	0.614***	0.515**	-0.602**	0.826***	0.241	0.383*	0.505**
脂肪量			0.853***	0.228	-0.847***	0.652***	0.481**	0.591***	0.684***
体脂肪率				-0.298	-1.000***	0.243	0.627***	0.773***	0.844***
筋肉量					0.310	0.766***	-0.338	-0.358*	-0.329
筋肉率						-0.228	-0.633***	-0.771***	-0.845***
周径							-0.032	0.054	0.12
TANITA								0.722***	0.700***
カリパス									0.904***

p<0.05*, p<0.01**, p<0.001***

表4 独立変数に「周径」と「皮下脂肪厚」(FstDgte 測定値)を用いた重回帰分析の結果

	非標準化係数		標準化係数		Bの95.0%信頼区間			共線性の統計量		
	B	標準誤差	ベータ	t値	有意確率	下限	上限	偏相関	許容度	VIF
(定数)	-21.478	4.144		-5.183	<0.001	-29.930	-13.026			
周径(cm)	1.195	0.168	0.579	7.127	<0.001	0.853	1.536	0.788	0.986	1.015
FstDgte(cm)	0.838	0.111	0.615	7.575	<0.001	0.612	1.064	0.806	0.986	1.015

従属変数：体脂肪量 (kg)

り、カリパスが有意に高値であった。

表2には、年齢、身長、体重、Body Mass Index(以下、BMI)、体脂肪量、体脂肪率、筋肉量、筋肉率、皮下脂肪厚、周径の平均値を示している。これらの項目の相関係数を表3に示した。体脂肪量とは体脂肪率、筋肉率、周径、TNITA、カリパス、FstDgteで相関関係がみられた。体脂肪率とは筋肉率、TANITA、カリパス、FstDgteで相関関係がみられた。周径と体脂肪率および皮下脂肪厚には有意な相関関係はなかった。

体脂肪量を従属変数とし、上腕の皮下脂肪厚と周径を独立変数とした強制投入法による重回帰分析では、体脂肪量 (kg) = 1.195 × 上腕周径 (cm) + 0.838 × 上腕皮下脂肪厚 (cm) - 21.478 (r² = 0.799 : p < 0.001) の多重共線性に問題のない有意な重回帰式が得られた(表4)。皮下脂肪厚の数値は体脂肪量の相関係数が最も有意に高値であったFstDgteの値を用いた。同様に従属変数を体脂肪率、独立変数を皮下脂肪厚と周径として重回帰分析を行ったが、回帰式が得られなかった (r² = 0.733 : p < 0.001, FstDgte : p < 0.001, 周径 : p = 0.135)。

IV. 考 察

今回の測定では、1人の検者が皮下脂肪厚測定器を3種使用した結果、3種ともに手技を熟練した検者ではなかったが、検者内での高い再現性が認められた。カリパスとFstDgteは測定の手法は同じであるが、平均値に約1cm程度の差がみられた。カリパスは矢印の目盛りを読むという特徴があり、デジタル表示のFstDgteの実測値と比較するとやや外側にある目盛りを読まなければならないように感じられた。FstDgteは曲尺、直尺、各種定規、水平器、ノギスなどをデジタル表示で計測できる機器を販売している会社であり、海外のメーカーである。日本ではカリパスが一般的に用いられており、数値がやや大きい傾向にあることが示唆された。TANITAは、カリパスやFstDgteのキャリパー法とは異なり、生体電気インピーダンス法(Bioelectrical Impedance Analysis : 以下、BIA)で測定する機器である。このBIAとは、からだに微弱な電流を流し、その際の電気の流れやすさ(電気抵抗値)を計測することで体組成を推定する方法であり、脂肪はほとんど電気を流さないが、筋肉などの電解質を多

く含む組織は電気を流しやすいという特性を利用して¹⁾、TANITA 機器は皮膚表面を水で濡らして金属面を当てるだけで測定でき、非常に安易に測定可能である。また、今回の測定で再現性も得られ、キャリパー法であるカリパスおよびFstDgiteにも強い相関関係があり、今後、測定機器として十分に活用できると思われる。先行研究でも体脂肪率と皮下脂肪厚のキャリパー法およびBMIの間には非常に強い相関関係 ($r=0.836\sim0.938$) が示されている²⁾。今回の体脂肪測定は、皮下脂肪厚を測定したTANITAのBIAと同じ原理である体組成計を用いたが、BMIと筋肉量は関係性がみられなかった。しかし、体脂肪量や体脂肪率とは相関関係があり、このことは先行研究の結果とも一致していた³⁾。

BMIは世界的な基準が定められており、World Health Organization (世界保健機構; WHO)の基準では30以上を「Obese」(肥満)としている。BMI = [体重 (kg)] ÷ [身長 (m) の2乗] という計算方法は世界共通であるが、肥満の判定基準は国によって異なり、日本肥満学会の定めた基準では18.5未満が「低体重 (やせ)」、18.5以上25未満が「普通体重」、25以上が「肥満」と定め、25以上の「肥満」を1～4度に分類している⁴⁾。一方、肥満の指標である体脂肪率は、NagamineとSasaki⁵⁾の式により身体密度を求め、Brozekら⁶⁾の式により体脂肪率を皮下脂肪厚から算出することができる。NagamineとSuzukiの式は、男性: 身体密度 = $1.0913 - 0.00116 \times \text{皮下脂肪厚 (mm)}$ 、女性: 身体密度 = $1.0897 - 0.00133 \times \text{皮下脂肪厚 (mm)}$ (皮下脂肪厚: 上腕背部+肩甲骨下部)であり、Brozekらの式は、体脂肪率 = $(4.570 / \text{身体密度} - 4.142) \times 100$ である⁷⁾。この式で算出された体脂肪率は、男性で20%、女性で30%を超えると肥満と判定される。

今回測定した20歳代成人の脂肪量と上腕の皮下脂肪厚に加え、周径の関係についても調べるために強制投入法を用いた重回帰分析を行った。結果としてVIFは10を超えるような値を示す変数はなく、周径と皮下脂肪厚を独立変数とした重回帰式が得られた。しかし、体脂肪率と周径の相関関係はなく重回帰式も得られなかった。先行研究では、上腕最大部周径に対して脂肪量だけでなく上腕二頭筋筋力、骨格筋量にも有意な正の相関を認めている⁸⁾。周径の数値には、脂肪層だけでなく、筋肉量や骨量も関係しておりそれぞれに相関があることが分かっているため、比較的安価な機器で

測定できる皮下脂肪厚値や周径値を利用することで、体組成の筋肉量や骨量も目安となる数値を算出できればと考えている。それには、被検者の人数を増やし性別を区別した算出法などが必要であり、今後の課題である。

V. 利益相反

特に開示する利益相反はない。

【引用文献】

- 1) 体組成計の原理 健康のつくりかた タニタ (tanita.co.jp) <https://www.tanita.co.jp/health/detail/37> (2021年10月24日閲覧)。
- 2) 阪本要一, 西澤美幸, 佐藤富男他: インピーダンス法による体脂肪の測定. 健康医学, 1993, 8 (2): 38-41.
- 3) 長尾憲樹, 矢野博巳, 矢野里佐他: 体脂肪率測定法の評価. 川崎医療福祉学会誌, 1995, 5 (1): 161-167.
- 4) 小川渉, 宮崎滋: 肥満と肥満症の診断基準. 総合検診, 2015, 42 (2): 59-64.
- 5) S Nagamine, S Suzuki: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. Human Biology, 1964, 36: 8-15.
- 6) J Brozek, F Grande, J T Anderson et al: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. Ann. N. Y. Acad. Sci, 1963, 110: 113-140.
- 7) 桑森真介: 学生相撲選手の体力科学的研究—パワーと体組成の関係—. 人文科学研究年報, 1989, 30: 142-146.
- 8) 甲斐義浩, 藤野英己, 村田伸他: 身体組成と上・下肢筋力および四肢周径に関する研究. 理学療法科学, 2008, 23 (2): 241-244.