

学生実習で実施した身体測定の結果と測定法の問題点

清水 敏夫 寺澤 徳子 平野 奈穂 風間 悦子

要 旨

解剖生理学実習で実施した本学学生の身体計測結果と、測定法に関する問題点を整理した。「日本人の新身体計測基準値（JARD2001）」と本学学生の結果を比較すると、身長では平均で2.2cm低く、体重は平均で1.4kg少なく、BMIはほぼ同じ結果となっている。また、本学学生の上腕皮脂厚は6.6mm多く、肩甲骨皮脂厚も5.7mm多く、共に有意差を認めた。計算で求めた体脂肪率に換算すると本学学生が6.8%高い結果となった。

本学学生はBMIで“やせ”と判定されたのが10名（21%）で、他施設との差は見られなかった。また、肥満数については、BMIとBIAで少なく、皮脂厚では多くなっている。皮脂厚の測定では、お互いに測定したことからの信頼性に疑問がある。本学学生は、皮脂厚から求めた隠れ肥満3名（6%）、隠れ肥満傾向9名（19%）、BIAでは隠れ肥満傾向5名（11%）、肥満は皮脂厚とBIAとも1名（2%）であった。本学学生の傾向は肥満者が少なく、普通から「やせ」が多いと言える。

BIAに関して当実習で使用した機種は、水中体重秤量法による体密度法を基準としているが、gold standardになっていない。また、測定値の機器間差、体水分の分布、被検者の姿勢、測定時間などの問題が報告されている。技術の進歩とともに、簡単に結果が得られるが、信頼性はメーカー任せになっている。利用に際しては、1回の測定値を真値とするよりは体脂肪の概略レベルとし、同一条件での使用でデータの推移をみるのが適当と考える。

キーワード：女子学生 身体計測 皮脂厚 隠れ肥満 BIA 信頼性

1. 目的

栄養士をめざす学生の解剖・生理学実習で身体測定を実施した。身体測定は、身体の状態や栄養状態を客観的に評価する最も基本的な手法の一つで、保健・医療の一端を担う栄養士として正しく理解することが重要である。身長・体重とともに、皮下脂肪厚、生体インピーダンス法（以下：BIA法）による体脂肪率、腹囲計測を実施して、結果の集計を行ったので、若干の考察を加えて報告する。また、実際に測定した方法について、理解を深める視点から、正確性を主として問題点を整理する。

2. 対象・方法

(1) 対象

測定した対象は本学食物栄養専攻の学生48名で、全員女性。年齢は20歳代の1名を除き18～19歳。本報告への測定データ提供の可否については文書で承諾を得た。

(2) 方法

測定の方法や算出式は教科書の解剖生理学実験（青峰ら・2018）を参考として、班ごとに学生同士が測定を実施した。

(3) 身長、体重の測定

従来から使われている尺柱のある身長計と、体重計を用いて測定し、体重では着衣分として一律0.5kgを引いた。得られた測定値から、体格指数（BMI：Body Mass Index）を次の算出式から求めた。

$$\text{BMI} = \text{体重 (kg)} / (\text{身長 (m)})^2$$

(4) 皮下脂肪厚の測定

栄研式皮下脂肪計で、上腕部背面の肩と肘の中間部（以下：上腕皮脂厚）と、背部肩甲骨下端（以下：肩甲骨皮脂厚）を着衣の上から測定した。着衣分として2mmを引き、2か所の皮下脂肪厚を合算して長嶺・鈴木の体密度推定式により体密度を算出して、更にBrozekらの式に代入して体脂肪率を求めた。

(5) BIA法による体脂肪率の測定

オムロン体脂肪計HBF-302とオムロン体脂肪計HBF-306を用いて、説明書の通りに測定した。測定は連続して2回実施をしたが、値が乖離した際は追加して測定し、近似する2つを測定値とした。

(6) 腹 囲

着衣のまま臍の高さで測定して、1cmを引き腹囲の値とした。また、松澤らの式により、内臓脂肪面積も算出した。

3. 結果

(1) 測定結果

結果の集計を表-1に示す。

表-1 測定結果 例数:48

例数：48 M：平均 SD：標準偏差

	単位	M	SD	M±2SD
身長	cm	157.0	4.9	147.2～166.7
体重	kg	50.2	6.2	37.8～62.6
BMI	kg/m ²	20.4	2.2	15.9～24.8
標準体重	kg	54.3	3.3	47.6～60.9
上腕皮脂厚	mm	21.9	5.2	11.4～32.3
肩甲骨皮脂厚	mm	19.4	5.3	8.7～30.0
皮脂厚計	mm	41.2	8.6	34.0～58.4
皮脂厚体脂肪率	%	27.4	4.9	17.6～37.3
BIA体脂肪率	%	24.9	4.5	15.9～33.9
腹 囲	cm	69.2	4.9	59.5～78.9

(2) BMIの結果

平均±2SDを範囲（以下：範囲）として、BMIは平均で20.4kg/m²、範囲は15.9～24.8kg/m²であった。肥満学会の判定基準の結果を表-2に示す。18.5kg/m²未満の低体重は10名（21%）18.5～25kg/m²未満の普通体重は37名（77%）25～30kg/m²未満の肥満1度は1名（2%）であった。

表-2 BMIの結果

(kg/m ²)	判定	例数 (%)
18.5未満	低体重	10 (21)
18.5～25未満	普通体重	37 (77)
25～30未満	肥満1度	1 (2)
30～35未満	肥満2度	0

(3) 皮脂厚と体脂肪率

同様に上腕皮脂厚の平均で21.9mm、範囲11.4～32.3mm、肩甲骨皮脂厚は平均で19.4mm、範囲は8.7～30.0mm、2か所の皮脂厚の計では平均41.2mm、範囲は34.0～58.4mmであった。

計算で求めた体脂肪率は、平均で27.4%、範囲は17.6～37.3%であった。肥満の判定基準による結果を表-3に示す。20%未満の低体重は1名(2%)、20～30%未満の普通は34名(71%)、30～35%未満の軽度肥満は9名(19%)、35～40%未満の中等度肥満は4名(8%)であった。

表-3 皮脂厚による体脂肪率

(%)	判定	例数(%)
20未満	低体重	1(2)
20～30未満	普通	34(71)
30～35未満	軽度肥満	9(19)
35～40未満	中等度肥満	4(8)
40以上	高度肥満	0

(4) BIAによる体脂肪率

2機種 of BIAにより測定した体脂肪率は、平均で24.9%、範囲は15.9～33.9%であった。

測定機の取扱説明書による判定結果を表-4に示す。20%未満のやせは6名(12%)、20～30%未満の普通は36名(76%)、30～35%未満の軽肥満は6名(12%)であった。

表-4 BIAによる体脂肪率

(%)	判定	例数(%)
20未満	やせ	6(12)
20～30未満	普通	36(76)
30～35未満	軽肥満	6(12)
35以上	肥満	0

(5) BMIと体脂肪率の判定

BMIと体脂肪率による肥満の分類を表-5、表-6に示す。BMIで肥満は1例(2%)であったが、皮脂厚では13例(27%)、BIAでは6例(12%)が肥満となった。その差はいわゆる「かくれ肥満」になる。

表-5 BMIと皮脂厚の肥満分類 例数

		皮脂厚による肥満分類				
		低体重	普通	軽度肥満	中等度肥満	高度肥満
B M I	低体重	1	9			
	普通体重		25	9	3	
	肥満1度				1	
	肥満2度					

表-6 BMIとBIAの肥満分類 例数

		BIAによる肥満分類			
		低体重	普通	軽肥満	肥満
B M I	低体重	4	6		
	普通体重	2	30	5	
	肥満1度			1	
	肥満2度				

(6) 腹囲

腹囲は、平均で69.2cm、範囲は59.5～78.9cmであった。腹囲と他の測定値との相関を表-7に示す。最も高い相関はBIAによる体脂肪率で $r=0.740$ となっている。なお、メタボリックシンドロームの判定基準の女性で腹囲90cm以上の該当はなかった。

表-7 腹囲と他の測定値との相関(r)

	腹囲
身長	0.131
体重	0.667
BMI	0.685
皮脂厚体脂肪率	0.487
BIA体脂肪率	0.740

4. 考 察

本学学生と同様に、20歳前後の女子の計測値を集計して表-8に示す。表中の施設bは、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が作成した「日本人の新身体計測基準値 (Japanese Anthropometric Reference Data : JARD2001)」で、基準として汎用されている。

各報告で若干の差はあるが、JARDは18～24歳の女性300名余りのデータであり、本学学生は48名とかなり少ない例数である。身長では明らかな差がみられ平均で2.2cm低く ($p=0.009$)、体重は有意差が

表－8 報告の集計

a : 武蔵丘短大 (山岸ら・1998) b : JARD2001
 c : 立教女学院短大 (楠原ら・2010) d : 関東2校 (武田ら・2017)
 e = 本学学生 f = 京都教育大 (井上ら・1998)
 身長・体重・BMIはM±SD 下段 BMI・体脂肪率は%

*b/ed/ep<0.05

施設		a	b	c	d	e	f
報告年		1995	2001	2010	2012	2018	1998
例数		249	300	322	85	48	128
身長	cm	158.7±5.5	159.2±5.9*	158.2±4.8	158.6±4.9*	157.0±4.9*	
体重	kg	53.6±6.8	51.6±7.2	51.7±6.6	52.1±7.3	50.2±6.2	
BMI	kg/m ²	21.3±2.3	20.3±2.2	20.6±2.3	20.7±2.9	20.4±2.2	
BMI	やせ			16.6	27.1	21	99.2
	普通			78.3	65.8	77	
	肥満			5.1	7.1	2	
皮脂厚 体脂肪率	やせ	88.0				2	
	普通					71	
	肥満		12.0				27
BIA 体脂肪率	やせ	80.7			5.9	12	93.0
	普通				57.6	76	
	肥満		19.3			36.4	

ないものの平均で1.4kg少なく (p=0.179)、BMIはほぼ同じ結果となっている。表にはないが、本学学生の上腕皮脂厚は6.6mm多く、肩甲骨皮脂厚も5.7mm多く、共に有意差を認めた。計算で求めた体脂肪率に換算すると本学学生が6.8%高い結果となった。JARDの報告から10年程経過した施設cやdのデータでは、身長が0.6～1cm低下しており、平成28年の全国および長野県の平均とは、身長が0.7～0.9cm低く、体重は2～3kg少なくなっている。身長の長期的な低下傾向の有無については断定できないが、可能性は否定できない。体重については、明らかな傾向は見られない。最も信頼のおけるであろうJARDの基準に比較して、本学学生は身長が2cm余り低く、体重は1.4kg少ない傾向があった。

肥満等の判定について、BIAはすべて異なるメーカーと機種が使用されている。また、判定基準も施設dでは他と違っているなど、できるだけ比較できるようにしたが、BMIのように統一はできていない。山岸らは、体脂肪率の平均値を比較すると、水中体重秤量法に対して、皮脂厚およびBIAは0.8～

1.7%の僅差としている。しかし肥満者数は皮脂厚の測定で有意に少なく、体脂肪率30%以上を肥満とする画一的な判定基準は使えないとしている (山岸ら・1998)。本学学生はBMIで“やせ”と判定されたのが10名 (21%) で、多いと思われたが、他施設との差は見られなかった。また、肥満数については、BMIとBIAで少なく、皮脂厚では多くなっている。皮脂厚の測定では、学生からも同様の意見があったが、お互いに測定したことから信頼性に疑問がある。真に近い測定値を得るには、特定の人が計測した方が良かったと思われる。

武田らは、関東地方2校の女子学生について、InBodyによる測定で、隠れ肥満に焦点をあてた報告をしている (武田ら・2017)。BMIと体脂肪率のクロス表から、隠れ肥満25名 (29.4%)、隠れ肥満傾向28名 (32.9%) と多いのに対して、標準体型は6名 (7.1%) にすぎず、肥満6名 (7.1%)、やせ20名 (23.5%) となっている。測定方法の違いもあり単純に比較はできないが、本学学生は、皮脂厚から求めた隠れ肥満3名 (6%)、隠れ肥満傾向9名

(19%)、BIAでは隠れ肥満傾向5名(11%)、肥満は皮脂厚とBIAとも1名(2%)であった。従って本学学生の傾向は肥満者が少なく、普通から「やせ」が多いと言える。

今回の実習で腹囲を測定して、内臓脂肪面積を換算式から求めた。肥満でも疾病と密に関連する内臓脂肪を求めることは意義が大きい、その信頼性は把握しておく必要がある。換算式は腹囲とCTによる内臓脂肪面積の相関図から求めた回帰式(松澤ら・2002)によるが、その相関係数は0.65であり、あくまでも概算と言わざるを得ない。

皮脂厚の測定に関して、手技に通じた特定の人が計測することで真値に近いデータを得ることが可能となるが、誤差が生じることは避けられない。また、測定部位については安川が超音波計で肩甲骨下角部、腹部、腸骨稜上部、上腕二頭筋部、上腕三頭筋部(上腕後側)、大腿前部の6か所の皮脂厚を測定して報告している(安川・1996)。それによると、測定部位により大差があり個人差も大きいこと。特に腹部の皮脂厚は個人差が大きいこと。疾病の発現に係る内臓脂肪をみていないことを問題としている。また、体密度推定式や体脂肪率換算式に普遍性がないなどの問題がある(北川・1998)。しかし、実習において学生がお互いに計測しあうことは、誤差を避けられないにしても意義があると思われる。次に述べるBIAのように、簡単に測定値が得られる方法より、皮膚のつまみ圧を考えながら計することで、人体や肥満を実感できるのではないだろうか。

BIAに関して当実習で使用した機種は、水中体重秤量法による体密度法を基準としている。しかし、この水中体重秤量法がgold standardでなければ測定値も誤差が生じてしまう。北川は体密度法について体重を構成する脂肪と除脂肪体重の密度が一定であるとの前提の上に成り立つ方法であり、問題となるのは年齢で、対象となるのは思春期の概ね9~12歳の男女、16歳以上の女性と18歳以上の男性で、上限は個人差が大きく確定できないとしている(北川・1998)。測定に用いた機種はこの体密度法を基準にしているので、これ以上の精度を期待することはで

きない。実習の際に5台の測定器を用いたが、それぞれの機器の同時再現性は良いが、測定値の機器間差は体脂肪率で最大3%であった。また、体水分の分布や被検者の姿勢(北川・1998)、測定時間が結果に影響するので起床後が最も変動が少ない(朝井ら・2005)などの報告されている。測定方法についても、多周波数インピーダンス法は測定のパラッキは大きい、BMIとは高い相関($r=0.993$)が認められたとの報告(曾根・2006)もある。技術の進歩とともに、機器を使用すれば簡単に結果が得られるが、測定原理などはブラックボックス化され、すべてはメーカー任せになっている。しかも、出力されるデータの校正をする手段はない。利用に際しては、機器の特性や判定基準を理解した上で、1回の測定値を真値とするよりは体脂肪の概略レベルとし、同一機器により同じ条件での使用で、データの推移をみるのが適当と考える。

解剖生理学の実習として学生同士が身体計測を実施したが、自身の食生活や運動を見直す機会になることを期待したい。

5. 参考文献

- 青峰正裕ら、(2017)、解剖生理学実験 第3版、39~51、東京教学社
- 朝井 均ら、(2005)、体脂肪率測定における日内変動に関する研究、大阪教育大学 紀要 第3部門 自然科学・応用科学、53(2)、75~82
- 井上文夫ら、(1998)、本学健康診断での体脂肪測定の有用性の検討、京都教育大学 紀要、Ser.B、No.93、1~12
- 北川 薫、(1998)、体脂肪測定法の問題点と最近の知見、体力科学、47、22~30
- 北川 薫、(1998)、体脂肪測定法、体力科学、47、629~636
- 楠原慶子ら、(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、13~24
- 曾根幸喜、(2006)、体脂肪率測定法(空気置換法、

- 多周波数インピーダンス法)の信頼性の検討、理学療法科学、21 (2)、157~161
- 武田三花ら、(2017)、関東地方2校の女子学生の生活習慣と隠れ肥満についての探索的研究、日本プライマリー・ケア連合学会誌、Vol.40, No. 1、2~8
- Yuji Matsuzawa, et al, (2002), New Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Circ.J, 66, 987~992
- 安川通雄、(1996)、体脂肪率からみた部位別皮下脂肪厚の分布、民族衛生、Vol.62, No. 2、65~74